Colapsología

Pablo Servigne y Raphaël Stevens

El horizonte de nuestra civilización ha sido siempre el crecimiento económico. Pero hoy es el colapso.

arpa

COLAPSOLOGÍA

Título original: *Comment tout peut s'effondrer*

© del texto: Editions du Seuil, 2015
© de la traducción: Marta Suárez Bravo, 2020
© de esta edición: Arpa & Alfil Editores, S. L.

Primera edición: septiembre de 2020

ISBN: 978-84-17623-68-5
Diseño de colección: Enric Jardí
Diseño de cubierta: Anna Juvé
Imagen de cubierta: Car forest, Goldfield, Nevada
Revisión del texto: Alejandro Balentine y Alan Emilio Suárez
Maquetación: Àngel Daniel
Producción del ebook: booqlab

Arpa
Manila, 65
08034 Barcelona
arpaeditores.com

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida por ningún medio sin permiso del editor.

Pablo Servigne y Raphaël Stevens

COLAPSOLOGÍA

Traducción de Marta Suárez Bravo

arpa

SUMARIO

INTRODUCCIÓN.
ALGÚN DÍA HABRÁ QUE ABORDAR EL TEMA…

PRIMERA PARTE. PRIMEROS INDICIOS DE UN COLAPSO

I. La aceleración del vehículo
II. La extinción del motor (los límites infranqueables)
III. La salida de la carretera (las fronteras franqueables)
IV. ¿Está bloqueada la dirección?
V. Atrapados en un vehículo cada vez más frágil
Balance de la primera parte

SEGUNDA PARTE. Y ENTONCES, ¿CUÁNDO?

VI. Las dificultades de ser futurólogo
VII. ¿Podemos detectar las señales anunciadoras?
VIII. ¿Qué predicen los modelos?

TERCERA PARTE. COLAPSOLOGÍA

IX. Un mosaico que explorar
X. ¿Qué sucede con los humanos?

CONCLUSIÓN. EL HAMBRE ES SOLO EL PRINCIPIO

PARA LOS NIÑOS

EPÍLOGO. CINCO AÑOS DESPUÉS...

AGRADECIMIENTOS

BIBLIOGRAFÍA

NOTAS

A aquellas y aquellos que sienten miedo, tristeza e ira. A aquellas y aquellos que se comportan como si todos estuviéramos en el mismo barco.

A las redes de tiempos difíciles «rough weather networks» inspiradas en Joanna Macy, que se expanden y se conectan.

INTRODUCCIÓN

ALGÚN DÍA HABRÁ QUE ABORDAR EL TEMA...

Crisis, catástrofes, colapsos, declive… El apocalipsis se lee entre líneas en las noticias cotidianas del mundo. Aunque ciertas catástrofes son completamente reales y satisfacen la necesidad de actualidad de los periódicos —accidentes de avión, huracanes, inundaciones, la extinción de las abejas, accidentes bursátiles o guerras—, ¿está justificado insinuar que nuestra sociedad «va directa al fracaso», anunciar una «crisis planetaria global» o constatar una «sexta extinción masiva de las especies»?

Resulta paradójico soportar esta avalancha mediática de catástrofes y no poder hablar explícitamente de grandes catástrofes sin que te tachen de… «¡catastrofista!» Por ejemplo, todo el mundo sabe que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) publicó en 2014 un nuevo informe sobre la evolución del clima, pero ¿hemos visto un verdadero debate acerca de las nuevas circunstancias climáticas y sus implicaciones en lo que respecta a los cambios sociales? No, claro que no. Demasiado catastrofista.

Quizás estemos hartos de las malas noticias. Además, ¿no ha habido siempre amenazas de fin del mundo? ¿Plantear el mañana como si fuera lo peor no es un fenómeno narcisista típicamente europeo u occidental? ¿Acaso no es el catastrofismo el nuevo opio del pueblo, destilado por ayatolás ecológicos y científicos sin financiación? Vamos, pues, ciudadanas y ciudadanos, ¡un último empujón y saldremos de «la crisis»!

O puede que no sepamos hablar de catástrofes, de las verdaderas, las que duran, las que no se corresponden con el ritmo de la actualidad. Porque, hay que reconocerlo, nos enfrentamos a serios problemas medioambientales, energéticos, climáticos, geopolíticos, sociales y económicos, que han alcanzado hoy en día puntos de no retorno. Pocos lo

dicen, pero todas estas «crisis» están interconectadas, se influyen y se alimentan unas a otras. Actualmente disponemos de una gran cantidad de pruebas e indicios que sugieren que nos encontramos ante crecientes inestabilidades sistémicas que amenazan seriamente la capacidad de ciertas poblaciones humanas —incluso del ser humano en su totalidad— para mantenerse en un ambiente sostenible.

¿COLAPSO?

No se trata del fin del mundo, ni del apocalipsis. Tampoco de una simple crisis de la que se sale indemne, ni de una catástrofe puntual que se olvida unos meses después, como un tsunami o un ataque terrorista. Un colapso es «el proceso a partir del cual una mayoría de la población ya no cuenta con las necesidades básicas (agua, alimentación, alojamiento, vestimenta, energía, etc.) cubiertas [por un precio razonable] por los servicios previstos por la ley[1]». Por tanto, se trata de un proceso irreversible a gran escala, como el fin del mundo, efectivamente, ¡solo que no es el fin! Lo que vendrá después se prevé de larga duración, y habrá qué vivirlo con una certeza: no tenemos manera de saber en qué consistirá. Sin embargo, si peligran nuestras «necesidades básicas», no nos cuesta imaginar que la situación podría resultar incalculablemente catastrófica.

Pero ¿hasta qué punto? ¿A quién afecta? ¿A los países más pobres? ¿A Europa? ¿A todos los países ricos? ¿Al mundo industrializado? ¿A la civilización occidental? ¿Al conjunto de la humanidad? O incluso, como afirman algunos científicos, ¿a la inmensa mayoría de las especies vivas? No hay respuestas claras a estas preguntas, pero lo que es seguro es que no se puede descartar ninguna de estas posibilidades. Todas las «crisis» que sufrimos están relacionadas con estas categorías: por ejemplo, el fin del petróleo afecta al mundo industrializado (pero no a las pequeñas empresas rurales olvidadas por la globalización); los cambios climáticos, en cambio, amenazan a todos los humanos, incluyendo una buena parte de las especies vivas.

Las publicaciones científicas que contemplan derivas globales catastróficas y una creciente probabilidad de colapso son cada vez más numerosas y están más respaldadas. Los informes de la Royal Society de Reino Unido de 2013 incluyeron un artículo de Paul y Anne Ehrlich sobre el tema, que dejaba pocas dudas al respecto[2]… Las consecuencias de los cambios medioambientales globales que se estimaban plausibles para la segunda mitad del siglo xxi, se manifiestan hoy en día muy concretamente a la luz de unas cifras cada día más precisas y contundentes. El clima se desboca, la biodiversidad colapsa, la contaminación alcanza todos los rincones y se convierte en una constante, la economía está frecuentemente al borde de un paro cardiaco, las tensiones sociales y geopolíticas se multiplican, etc. No resulta extraño ya ver a responsables del más alto nivel e informes oficiales de grandes instituciones (Banco Mundial, ejércitos, IPCC, bancos de negocios, ONG, etc.) insinuar la posibilidad de un colapso, o lo que el príncipe Carlos llama un «acto suicida a gran escala[3]».

En un sentido más amplio, «Antropoceno» es el nombre que se ha dado a esta nueva época geológica que caracteriza nuestro presente[4]. Nosotros —los humanos— venimos del Holoceno, una era de destacable estabilidad climática que duró unos 12.000 años y que permitió la aparición de la agricultura y las civilizaciones. Desde hace algunas décadas, los seres humanos (en todo caso, muchos de ellos, y el número crece) han sido capaces de trastocar los grandes ciclos biogeoquímicos del sistema Tierra, creando una nueva época de cambios profundos e imprevisibles.

No obstante, estos balances y cifras son un tanto abstractos. ¿Cómo afectan a nuestra vida cotidiana? ¿Acaso no sentís que hay una especie de vacío enorme por llenar, un lazo de unión que falta entre estas grandes declaraciones científicas rigurosas y globales y la vida diaria que se pierde en los detalles, el caos de los imprevistos y el calor de las emociones? Ese es precisamente el vacío que trata de llenar este libro; establecer la relación entre el Antropoceno y vuestro día a día. Para eso, hemos elegido la idea de colapso, que permite combinar distintos niveles, es decir, tratar tanto tasas de pérdida de biodiversidad como emociones asociadas a las catástrofes, o comentar riesgos de hambrunas. Es una idea relacionada con imaginarios

cinematográficos ampliamente conocidos (¿quién no visualiza a Mel Gibson en el desierto, armado con una escopeta recortada?), pero también con informes científicos muy especializados; que permite plantear diferentes cronologías (desde la urgencia de lo cotidiano hasta el tiempo geológico) viajando cómodamente entre pasado y futuro; o que hace posible establecer un nexo entre la crisis social y económica griega y la desaparición masiva de poblaciones de pájaros e insectos en China o en Europa. En resumen, es la idea que convierte el concepto de Antropoceno en algo vivo y tangible.

Aun así, en el ámbito mediático e intelectual no se plantea con seriedad la cuestión del colapso. El famoso problema informático del año 2000 y, después, el «fenómeno maya» del 21 de diciembre de 2012, acabaron con cualquier posibilidad de argumentación seria y factual. Insinuar un colapso en público equivale a anunciar el apocalipsis y, por tanto, a verse relegado a la categoría muy delimitada de «creyente» y de «irracional» que «ha habido siempre». Punto final, siguiente tema. Este proceso de destierro automático —que en este caso parece verdaderamente irracional— ha dejado el debate público en tal estado de deterioro intelectual que ya no es posible expresarse si no es por medio de dos posturas caricaturescas que a menudo rozan lo ridículo. Por una parte, tenemos que soportar discursos apocalípticos, supervivencialistas o seudomayas, y por otra, hemos de aguantar las refutaciones «progresistas» de algunos como Luc Ferry, Claude Allègre y del estilo de Pascal Bruckner. Las dos posturas, ambas frenéticas y crispadas por un mito (el del apocalipsis o el del progreso), se nutren mutuamente por un efecto «espantapájaros» y comparten la fobia al debate pausado y respetuoso, lo que refuerza esa actitud de negación colectiva desacomplejada tan característica de nuestra época.

NACIMIENTO DE LA «COLAPSOLOGÍA»

Pese a la gran calidad de ciertas reflexiones filosóficas[5] que tratan este tema, el debate sobre el colapso (o «el fin de un mundo») adolece de ausencia de argumentos basados en hechos. Se queda en el terreno de lo

imaginario o de la filosofía, o en otras palabras, básicamente, «en las nubes». Los libros que examinan el colapso se limitan en general a un punto de vista o una disciplina (arqueología, economía, ecología, etc.), y los que tienen una intención sistémica presentan lagunas. *Colapso*, por ejemplo, el *best seller* de Jared Diamond[6], se conforma con la arqueología, la ecología y la biogeografía de civilizaciones antiguas, y deja en el tintero algunas cuestiones esenciales de la situación actual. Respecto a otros títulos exitosos, suelen plantear el tema desde la postura supervivencialista (cómo fabricar un arco y unas flechas o conseguir agua potable en un mundo de fuego y sangre) y provocan en el lector el mismo escalofrío que siente al ver una película de zombis.

Hace falta, no solamente un verdadero estado del arte —o mejor, un análisis sistémico— sobre la situación económica y biofísica del planeta, sino ante todo una visión de conjunto de lo que podría ser un colapso, de cómo podría desencadenarse y de sus implicaciones psicológicas, sociológicas y políticas para las generaciones presentes. Es necesaria una auténtica ciencia aplicada e interdisciplinar sobre el colapso.

En este libro proponemos reunir, a partir de numerosos trabajos repartidos por todo el mundo, las bases de lo que llamamos, con una cierta autoburla, «colapsología» (del latín «*collapsus*», «que cae en un solo bloque»). El objetivo no es satisfacer el mero deseo científico de acumular conocimientos, sino aclararnos acerca de lo que nos pasa y podría pasarnos; es decir, dar un sentido a los acontecimientos. Al mismo tiempo, y ante todo, es una manera de tratar el tema con la mayor seriedad posible para poder analizar serenamente qué políticas deberíamos poner en marcha frente a tal perspectiva.

Son muchas las preguntas que surgen con solo mencionar la palabra «colapso». ¿Qué sabemos del estado global de la Tierra? ¿Y del de nuestra civilización? ¿Es comparable un colapso de los valores de la bolsa con uno de la biodiversidad? ¿Pueden la convergencia y la perpetuación de las «crisis» arrastrar a nuestra civilización a una vorágine irreversible? ¿Hasta dónde puede llegar todo esto? ¿En cuánto tiempo? ¿Podremos conservar las formas políticas democráticas? ¿Es posible vivir un colapso «civilizado» de

una manera más o menos pacífica? ¿Será el final inevitablemente desafortunado?

Sumergirse en el fondo de esta palabra, entender sus sutilezas y sus matices, distinguir los hechos de las fantasías, son algunas de las metas de la colapsología. Es urgente sacar a la luz esta idea y conjugarla en diferentes tiempos, darle textura, detalles, matices; hacer de ella, en fin, un concepto vivo y operativo. Ya sea con el ejemplo de la civilización maya, del Imperio romano o de la más reciente URSS, la historia nos muestra que existen distintos grados de colapso, y que aunque haya rasgos comunes, cada caso es único.

Además, el mundo no es uniforme. Habrá que reconsiderar la cuestión de las «relaciones Norte-Sur» desde un nuevo ángulo. Un estadounidense promedio consume muchos más recursos y energía que un africano promedio. No obstante, las consecuencias del calentamiento global serán más graves en los países próximos al ecuador, que son precisamente los que menos han contribuido a la emisión de gases de efecto invernadero... Parece evidente que la cronología y la geografía de un colapso no serán, respectivamente, ni lineal ni homogénea.

Este libro no está pensado para infundir miedo. En él no hablaremos de escatología milenarista ni de posibles fenómenos astrofísicos o tectónicos que podrían provocar una gran extinción de las especies, como la que vivió la Tierra hace 65 millones de años. Lo que saben hacer los humanos por su cuenta da suficiente de qué hablar. Tampoco es un libro pesimista que no cree en el futuro, ni uno «positivo» que minimiza el problema y aporta «soluciones» en el último capítulo. Es un libro que pretende exponer los hechos de manera lúcida, plantear cuestiones pertinentes y reunir una caja de herramientas para comprender el tema al margen de las películas hollywoodenses catastróficas, el calendario maya y la «tecnofelicidad». No solo presentamos el *ranking* de malas noticias del siglo, sino que proponemos un marco teórico para escuchar, comprender y acoger todas las pequeñas iniciativas que ya existen en el mundo «poscarbono» y que surgen a una velocidad inaudita.

ATENCIÓN: TEMA DELICADO

Sin embargo, la mera racionalidad no basta para tratar un tema de tal calibre. Hace ya algunos años que nos interesamos por él, y la experiencia —en especial, los encuentros con el público— nos ha enseñado que las cifras, por sí solas, no pueden dar cuenta de la realidad. Sin duda alguna, hay que añadirles intuición, emociones y una cierta ética. La colapsología no es, por tanto, una ciencia neutral, alejada de su objeto de estudio. Los «colapsólogos» están plenamente involucrados en lo que estudian. No pueden permanecer neutrales. ¡*No deben* hacerlo!

Elegir este camino no deja a nadie indemne. El tema del colapso es tóxico y llega hasta lo más profundo del ser. Es un impacto enorme que hace pedazos los sueños. En el trascurso de estos años de investigación, nos hemos sumergido en olas de ansiedad, de cólera y de profunda tristeza, hasta experimentar, muy progresivamente, una cierta aceptación, e incluso, a veces, esperanza y alegría. Al leer obras sobre la transición, como el famoso manual de Rob Hopkins[7], hemos podido vincular dichas emociones a las etapas de un duelo. El duelo de *una visión* del futuro. En efecto, comenzar a entender, y después a creer en la posibilidad de un colapso, al final, equivale a renunciar al futuro que nos habíamos imaginado. Supone la destrucción de esperanzas, sueños y expectativas que llevábamos forjando desde la más tierna infancia, o que teníamos para nuestros hijos. Aceptar la posibilidad de un colapso es consentir en ver morir un futuro que era importante para nosotros y que nos tranquilizaba, por irracional que sea. ¡Qué desgarrador!

También hemos pasado por la desagradable experiencia de observar la cólera de alguien cercano proyectarse en nosotros para no alejarse nunca más. Es un fenómeno muy conocido: para que desaparezca la mala noticia, se mata al mensajero, a los agoreros y a los que dan la voz de alarma. Pero, más allá del hecho de que eso no resuelve el problema del colapso, advertimos al lector desde este momento de que no somos muy amigos de tal práctica… Analizamos el colapso, pero con calma. Es cierto que la posibilidad de un colapso anula futuros que nos eran queridos, y es de una

violencia enorme, pero también abre infinidad de opciones, algunas sorprendentemente alegres. La clave está, pues, en descifrar lo venidero y hacer de ello un lugar habitable.

En nuestras primeras intervenciones públicas, tratábamos de hablar únicamente de cifras y de hechos para ser lo más objetivos posible. Siempre nos sorprendían las emociones del público. Cuanto más claramente se exponían los hechos, más se intensificaban las emociones. Queríamos hablar a la cabeza pero llegábamos al corazón: a menudo, el público respondía con tristeza, llantos, angustia, resentimiento o efusiones de cólera. Nuestro discurso ponía nombre a las sospechas que muchos ya tenían, y calaba hondo. Al mismo tiempo, esas reacciones eran el eco de nuestros propios sentimientos, que intentábamos ocultar. Tras las conferencias, los impulsos de gratitud y de entusiasmo eran cada vez más frecuentes y, sobre todo, más fuertes. Concluimos que no solo había que darle a nuestro discurso abstracto y objetivo el calor de la subjetividad —con un lugar importante reservado a las emociones—, sino que también teníamos mucho que aprender de los descubrimientos de las ciencias del comportamiento sobre la negación, el duelo, el *storytelling* y cualquier otro tema que pudiera unir psique y colapso.

Ha habido momentos en los que se ha abierto todo un mundo entre nosotros y personas cercanas que conservaban —¡e incluso defendían!— el imaginario de continuidad y de progreso lineal. Con el paso de los años, claramente nos hemos ido alejando de la *doxa*, esto es, de la opinión general que da un sentido común a las noticias del mundo. Se puede hacer la prueba: si se escucha el telediario desde esta perspectiva, ¡no tiene nada que ver! Es una extraña sensación la de formar parte de este mundo (¡más que nunca!), pero no salir en la imagen dominante que tienen los demás… Esto hace que nos cuestionemos la pertinencia de nuestro trabajo con frecuencia. ¿Nos habremos vuelto locos, unos sectarios? No necesariamente. Porque, por un lado, el diálogo aún es posible, y por otro, no podemos ignorar el hecho de que no estamos solos ni mucho menos; la cantidad de colapsólogos (y entre ellos, sorprendentemente, muchos ingenieros e investigadores) y de personas sensibilizadas con este tema crece, como un

movimiento que toma conciencia de sí mismo, una red que se conecta y se fortalece. En muchos países, expertos económicos, científicos y militares, además de algunos movimientos políticos (decrecimiento, transición, Alternatiba*, etc.), no dudan en hablar explícitamente de escenarios de colapso. La blogosfera global, aunque en especial la anglosajona, está muy activa. En Francia, el Institut Momentum[8] ha realizado un trabajo pionero en este sentido, y le debemos mucho. Hoy por hoy, resulta difícil ignorar el colapso que se avecina.

En la primera parte del libro abordaremos los hechos: ¿qué le está ocurriendo a nuestras sociedades y al sistema Tierra? ¿Realmente estamos al borde del abismo? ¿Cuáles son las pruebas más convincentes? Veremos que la convergencia de todas las «crisis» es la que permite prever tal trayectoria. Sin embargo, todavía no ha tenido lugar un colapso global (al menos no en el norte de Europa, porque quizá Grecia y España sean ejemplos de un comienzo), así que debemos abordar el peligroso tema de la futurología. De forma que, en una segunda parte, trataremos de reunir indicios que nos abran el camino a este porvenir. Por último, la tercera parte será una invitación a dar una forma concreta a la idea de colapso. ¿Por qué no nos la creemos? ¿Qué nos enseñan las civilizaciones antiguas? ¿Cómo «vivir con ello»? ¿De qué forma reaccionaremos como cuerpo social si el proceso dura décadas? ¿Qué políticas deberían plantearse, no ya para evitar este fenómeno, sino para atravesarlo lo más «humanamente» posible? ¿Podemos colapsar siendo conscientes de lo que pasa? ¿Es tan grave?

* N. de la T.: Alternatiba es un proyecto nacido en Francia y de ámbito europeo orientado a la movilización climática.

PRIMERA PARTE

PRIMEROS INDICIOS DE UN COLAPSO

I
LA ACELERACIÓN DEL VEHÍCULO

Vamos a tomar como metáfora el vehículo. Aparece al principio de la era industrial. Algunos países se montan, arrancan, y se les van uniendo otros a lo largo del siglo. El conjunto de los países que están a bordo, lo que llamaremos civilización industrial, ha seguido una trayectoria muy característica, que describimos en este capítulo. Después de un arranque lento y progresivo, los vehículos cogen velocidad cuando termina la Segunda Guerra Mundial, y comienzan una ascensión impresionante llamada «la gran aceleración[1]». Ahora, tras varias señales de sobrecalentamiento y de carraspeo del motor, la aguja de la velocidad empieza a vacilar. ¿Seguirá escalando? ¿Se estabilizará? ¿Descenderá?

UN MUNDO EXPONENCIAL

Por más que lo hayamos visto en el colegio, no estamos acostumbrados a hacernos la idea de un crecimiento exponencial. Claro que vemos una curva que sube, un crecimiento. Pero ¡qué crecimiento! La mente humana no tiene problemas para imaginar un crecimiento aritmético, por ejemplo, el de un pelo que crece un centímetro al mes, pero le cuesta pensar en uno exponencial.

Si doblamos en dos una gran pieza de tela, tras varias dobleces, ganará un espesor de alrededor de 1 cm. Si pudiéramos seguir doblándola veintinueve veces más, el espesor alcanzaría 5.400 km, ¡la distancia que hay entre París y Dubái! Unas cuantas dobleces más bastarían para superar el tramo Tierra-Luna. Un PIB (por ejemplo, el de China) que crece un 7% al año representa una actividad económica que se dobla cada diez años, con lo que se cuadruplica en veinte años. Pasados cincuenta años, nos

encontraríamos ante un volumen de treinta y dos economías chinas, es decir, con los valores actuales, ¡el equivalente a casi cuatro economías mundiales adicionales! ¿Alguien cree sinceramente que eso es posible en el estado actual de nuestro planeta?

Sobran los ejemplos para describir el increíble comportamiento de la curva exponencial; desde la ecuación de Nenúfar que tanto le gusta a Albert Jacquard[2] hasta el tablero de ajedrez, donde rellenaríamos cada casilla con una cantidad de granos de arroz multiplicada por dos[3]. Todos muestran que esta dinámica resulta muy sorprendente, incluso contraria a la intuición: para cuando se hacen visibles los efectos del crecimiento, a menudo es demasiado tarde.

En matemáticas, una función exponencial asciende hasta el cielo. En el mundo real, en la Tierra, hay una barrera mucho antes. En ecología, esta barrera se conoce como capacidad de carga de un ecosistema, y se señala como K. En general, existen tres formas en las que un sistema puede reaccionar ante un crecimiento exponencial (ver figura 1). Tomemos el clásico ejemplo de una población de conejos que crece en una pradera; puede que la población se estabilice lentamente antes alcanzar la barrera (ya no crece más, encuentra un equilibrio con el medio) (figura 1A), que la población sobrepase el umbral máximo que puede soportar la pradera y más tarde se estabilice en una fluctuación que deteriore ligeramente la pradera (figura 1B), o que traspase la barrera y siga acelerando (*overshooting*), lo que lleva a un colapso de la pradera, seguido del de la población de conejos (figura 1C)[4].

Estos tres patrones teóricos pueden servir para ilustrar tres épocas. El primer patrón se corresponde típicamente con la ecología política de los años setenta: todavía teníamos tiempo y la posibilidad de emprender una trayectoria de «desarrollo sostenible» (lo que los anglosajones llaman una «*steady-state economy*»). El segundo representa la ecología de los años noventa, época en que, gracias al concepto de huella ecológica, nos dimos cuenta de que habíamos sobrepasado la capacidad de carga global de la Tierra[5]. A partir de entonces, cada año, la humanidad en su conjunto «consume más que un planeta», y los ecosistemas se deterioran. El último

patrón se corresponde con la década de 2010: durante los últimos veinte años hemos seguido acelerando con total conocimiento de causa mientras destruíamos a un ritmo aún más constante el sistema Tierra, que nos acoge y nos mantiene. Digan lo que digan los optimistas, la época en la que vivimos está claramente marcada por el espectro de un colapso.

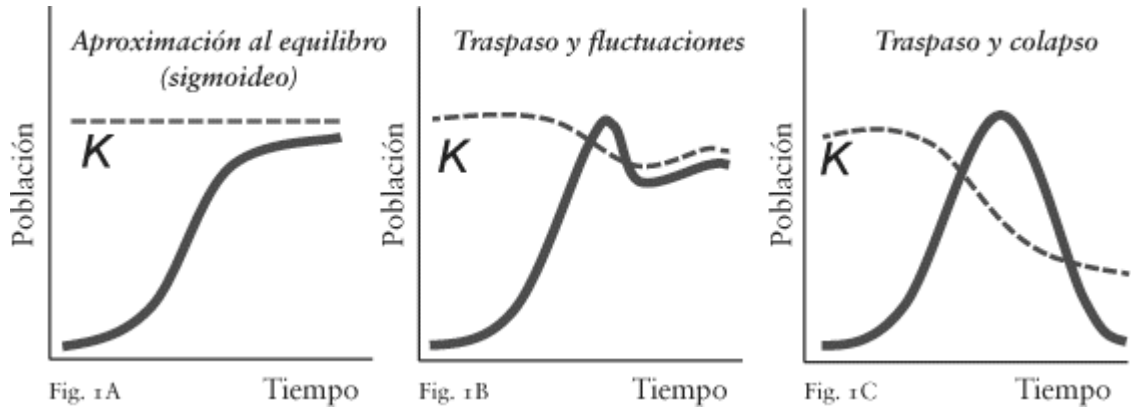


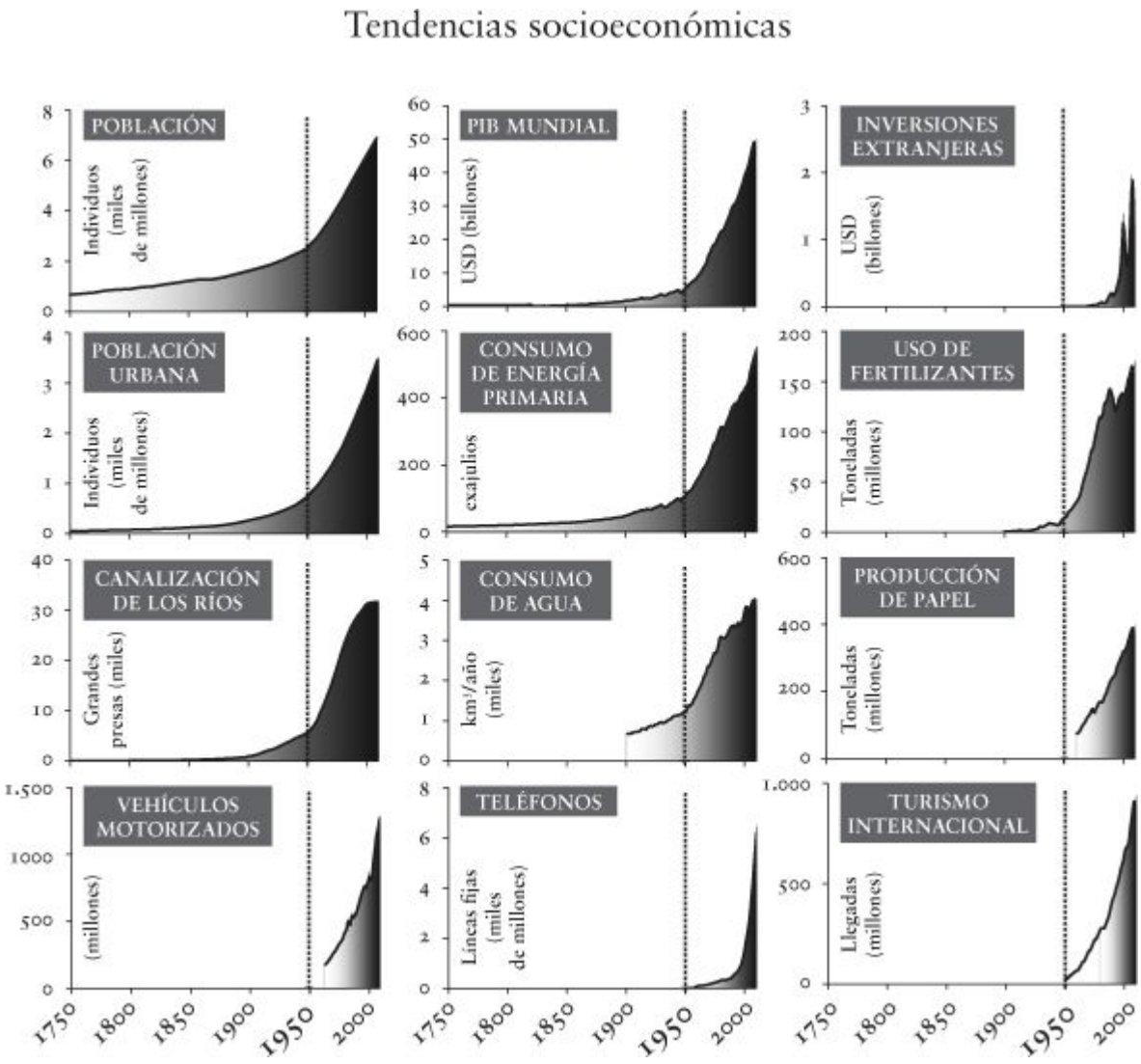
Figura 1. Reacción de un sistema vivo a un crecimiento exponencial (la curva continua representa una población y la curva discontinua representa la capacidad de carga del medio).

Fuente: Meadows *et. al.*, 2004[6].

LA ACELERACIÓN TOTAL

De ahora en adelante conviene percatarse de que numerosos parámetros de nuestras sociedades y de nuestro impacto sobre el planeta revelan una tendencia exponencial: la población, el PIB, el consumo de agua y de energía, el uso de fertilizantes, la producción de motores y de teléfonos, el turismo, la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, el número de inundaciones, el daño causado a los ecosistemas, la destrucción de los bosques, las tasas de extinción de las especies, etc. La lista es interminable. Este «cuadro de indicadores»[7] (ver figura 2), muy conocido en la comunidad científica, prácticamente se ha convertido en el logo de esa nueva era geológica llamada Antropoceno, una época en que los humanos

han pasado a ser una fuerza que altera los grandes ciclos biogeoquímicos del sistema Tierra.



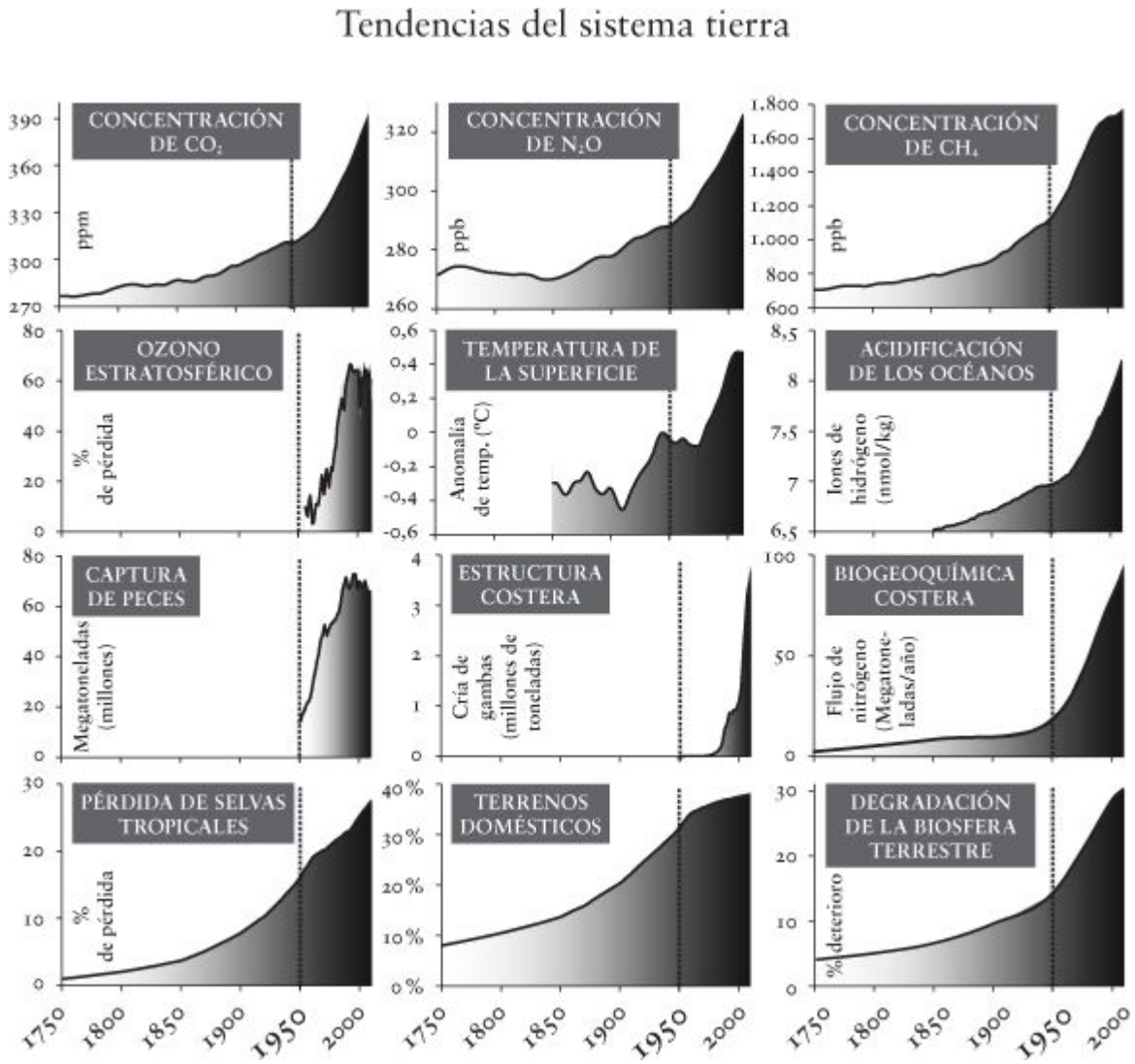


Figura 2. Cuadro de indicadores del Antropoceno.

Fuente: Steffen, W. *et al*., «The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration», *The Anthropocene Review*, 2015, págs. 1-18.

¿Qué ha ocurrido? ¿Por qué esta aceleración? Algunos especialistas del Antropoceno datan el inicio de esta época a mediados del siglo xix, durante la Revolución industrial, cuando se generalizó el uso del carbón y de la máquina de vapor, que desembocó en el bum ferroviario de la década de 1840 y precedió al descubrimiento de los primeros yacimientos de petróleo. Ya en 1907, el filósofo Henri Bergson escribía con una increíble clarividencia:

> Ha pasado un siglo desde la invención de la máquina de vapor, y apenas empezamos a notar la profunda sacudida que nos ha dado. La revolución que provocó en la industria no ha conmocionado menos las relaciones humanas. Surgen nuevas ideas. Empiezan a eclosionar nuevos sentimientos. Dentro de miles de años, cuando la distancia del pasado solo permita ver las grandes líneas, nuestras guerras y nuestras revoluciones parecerán muy poca cosa, suponiendo que todavía las recordemos; pero de la máquina de vapor, con las invenciones de toda clase que la acompañan, hablaremos quizá como hablamos del bronce o de la piedra labrada; servirá para definir una era[8].

La edad de la máquina térmica y de las tecnociencias ha sustituido hoy en día a la de las sociedades agrarias y artesanales. La aparición del transporte rápido y barato ha abierto las rutas comerciales y borrado las distancias. En el mundo industrializado, las cadencias infernales de la automatización de las cadenas de producción se han generalizado y los niveles de confort material han aumentado *globalmente* de manera progresiva. Los avances decisivos en materia de higiene pública, alimentación y medicina han aumentado la esperanza de vida y reducido considerablemente las tasas de mortalidad. La población mundial, que se duplicaba aproximadamente cada mil años durante los ocho últimos milenios, ¡se ha duplicado en un solo siglo! De mil millones de personas en 1830 hemos pasado a dos mil millones en 1930. Y después viene la aceleración: solo hacen falta cuarenta años para que la población vuelva a duplicarse. Cuatro mil millones en 1970. Siete mil millones hoy en día. En el curso de la vida de una persona que hubiera nacido en la década de 1930, ¡la población pasó de dos a siete mil millones de personas! A lo largo del siglo xx, el consumo de energía se multiplicó por 10, la extracción de minerales industriales, por 27, y la de materiales de construcción, por 34[9]. La envergadura y la velocidad de los cambios que estamos provocando no tienen precedente en la historia.

Esta gran aceleración se constata también en el terreno social. El filósofo y sociólogo alemán Hartmund Rosa describe tres dimensiones de aceleración social[10]. La primera es la aceleración técnica: «el aumento de las velocidades de desplazamiento y de comunicación es el origen de esa experiencia tan característica de nuestra época de la “reducción del espacio”: las distancias espaciales, efectivamente, parecen acortarse a

medida que el trayecto se vuelve más rápido y sencillo[11]». La segunda es la aceleración del cambio social, que implica que nuestras costumbres y forma de relacionarnos se transforman cada vez más rápidamente. Por ejemplo, «el hecho de que lleguen nuevos vecinos y se vuelvan a mudar con mayor frecuencia, de que nuestros compañeros (pasajeros) de vida, al igual que nuestros trabajos, tengan una "vida media" cada vez más corta, y de que las modas de vestir, los modelos de vehículo y los estilos musicales se sucedan a una velocidad mayor cada día». Nos encontramos ante una verdadera «reducción del presente». La tercera aceleración es la del ritmo de vida, porque, en reacción a las aceleraciones técnica y social, intentamos vivir más deprisa. Rellenamos de forma más eficaz nuestro horario, evitamos «perder» el valioso tiempo, pero, sorprendentemente, todo lo que debemos (y queremos) hacer no parece dejar de aumentar. «La "falta de tiempo" aguda se ha convertido en un estado permanente de las sociedades modernas[12]». ¿Cuál es el resultado? Adiós a la felicidad, trabajadores quemados y depresión en masa. Y el colmo del progreso es que esta aceleración social que realizamos/sufrimos sin parar ni siquiera pretende mejorar nuestro nivel de vida, su único objetivo es mantener el *statu quo*.

¿DÓNDE ESTÁN LOS LÍMITES?

La gran cuestión de nuestra época consiste en saber dónde se encuentra la barrera[13]. ¿Tendremos la capacidad de seguir acelerando? ¿Habrá un límite (o muchos) para nuestro crecimiento exponencial? Y si es así, ¿cuánto tiempo nos queda antes de llegar al colapso?

La simple —simplista incluso— metáfora del vehículo resulta muy útil para diferenciar claramente los distintos «problemas» (o «crisis») a los que nos enfrentamos. De ella se infiere que existen dos tipos de límite, concretamente, que existen los límites (*limits*) y las fronteras (*boundaries*). Los primeros son infranqueables porque se topan contra las leyes de la termodinámica: es el problema del depósito de gasolina. Las segundas son franqueables, pero no menos traicioneras, porque son invisibles y no nos

damos cuenta de que las hemos traspasado hasta que ya es demasiado tarde. Se corresponden con el problema de la velocidad y del manejo del vehículo.

Los *límites* de nuestra civilización vienen impuestos por la cantidad de recursos denominados «stock», que por definición son no renovables (energías fósiles y minerales) y los recursos «flujo» (agua, madera, alimentos, etc.), que son renovables pero que consumimos a un ritmo demasiado alto como para que tengan tiempo de regenerarse. Aunque el motor sea cada vez más eficaz, llegará un momento en el que deje de funcionar porque se le habrá acabado el combustible (ver capítulo 2).

Las *fronteras* de nuestra civilización representan umbrales que no se deben traspasar para no desestabilizar y destruir los sistemas que mantienen a la civilización con vida: el clima, los grandes ciclos del sistema Tierra, los ecosistemas —donde se incluyen todos los seres vivos no humanos—, etc. Una velocidad demasiado elevada del vehículo no permite apreciar los detalles de la carretera y aumenta el riesgo de sufrir un accidente (ver capítulo 3). Nosotros vamos a intentar averiguar lo que ocurre cuando el vehículo abandona la carretera señalizada sin previo aviso y entra en un mundo incierto y peligroso.

Estas crisis tienen naturalezas muy diferentes, pero todas comparten un denominador común: la aceleración del vehículo. Además, cada uno de los límites y de las fronteras puede desestabilizar seriamente la civilización *por sí solo*. El problema, en nuestro caso, es que ¡chocamos contra varios límites *simultáneamente* y ya hemos traspasado varias fronteras!

En cuanto al vehículo, se ha ido perfeccionando con los años, por supuesto. Ahora es más espacioso, moderno y cómodo, pero ¡a qué precio! No solamente es imposible reducir la velocidad o girar —el pedal del acelerador se ha fijado al suelo y la dirección se ha bloqueado (ver capítulo 4)—, lo más molesto es que, además, el habitáculo se ha vuelto extremadamente frágil (ver capítulo 5).

El vehículo es nuestra sociedad, nuestra civilización termoindustrial. Estamos subidos a bordo, con el GPS programado hacia un destino soleado. No tenemos prevista ninguna pausa por el camino. Cómodamente sentados en el habitáculo, nos olvidamos de la velocidad, ignoramos los seres vivos

atropellados a nuestro paso, la descomunal energía gastada y la cantidad de gas de escape que vamos dejando atrás. Como bien sabemos, una vez que se está en carretera ya solo importan la hora de llegada, la temperatura del aire acondicionado y la calidad del programa de radio…

II

LA EXTINCIÓN DEL MOTOR (LOS LÍMITES INFRANQUEABLES)

Empecemos por la energía. A menudo es considerada una cuestión técnica secundaria, por detrás de las prioridades que suponen el empleo, la economía o la democracia. Sin embargo, la energía es el corazón de cualquier civilización, y especialmente de la nuestra, industrial y consumista. A veces nos puede faltar creatividad, poder adquisitivo o capacidad para invertir, pero no nos puede faltar la energía. Es un proceso físico: sin energía, no hay movimiento. Sin energías fósiles, adiós a la globalización, a la industria y a la actividad económica tal y como las conocemos.

A lo largo del siglo pasado, el petróleo se impuso como el principal combustible para nuestros transportes modernos y, por lo tanto, para el comercio mundial, la construcción y el mantenimiento de las infraestructuras, la extracción de recursos minerales, la explotación forestal, la pesca y la agricultura. Con una densidad energética extraordinaria, el petróleo, que es fácil de transportar y almacenar, pone en marcha el 95% de los transportes.

Una sociedad que ha tomado una deriva exponencial, necesita que la producción y el consumo sigan esa misma deriva. En otras palabras, para mantener a la civilización en movimiento, hay que *aumentar* constantemente el consumo y la producción de energía. Pero estamos llegando a un pico.

Un pico representa el momento en que la velocidad de extracción de un recurso alcanza una barrera antes de empezar a disminuir inevitablemente. Es más que una teoría, se trata de una especie de principio geológico: al inicio, los recursos extraíbles son de fácil acceso, la producción se dispara,

después se estanca y al final disminuye cuando ya solo quedan los materiales de difícil acceso, de manera que describe una curva con forma de campana (ver figura 3). El punto máximo de la curva, el momento del pico, no señala que se haya agotado el recurso, sino el comienzo del descenso. Esta idea se aplica generalmente a los recursos extraíbles, como los combustibles fósiles o los minerales (fósforo, uranio, metales, etc.), pero también se usa para describir (a veces en exceso) otros aspectos de la sociedad, como la población o el PIB, ya que son parámetros estrechamente relacionados con la extracción de recursos.

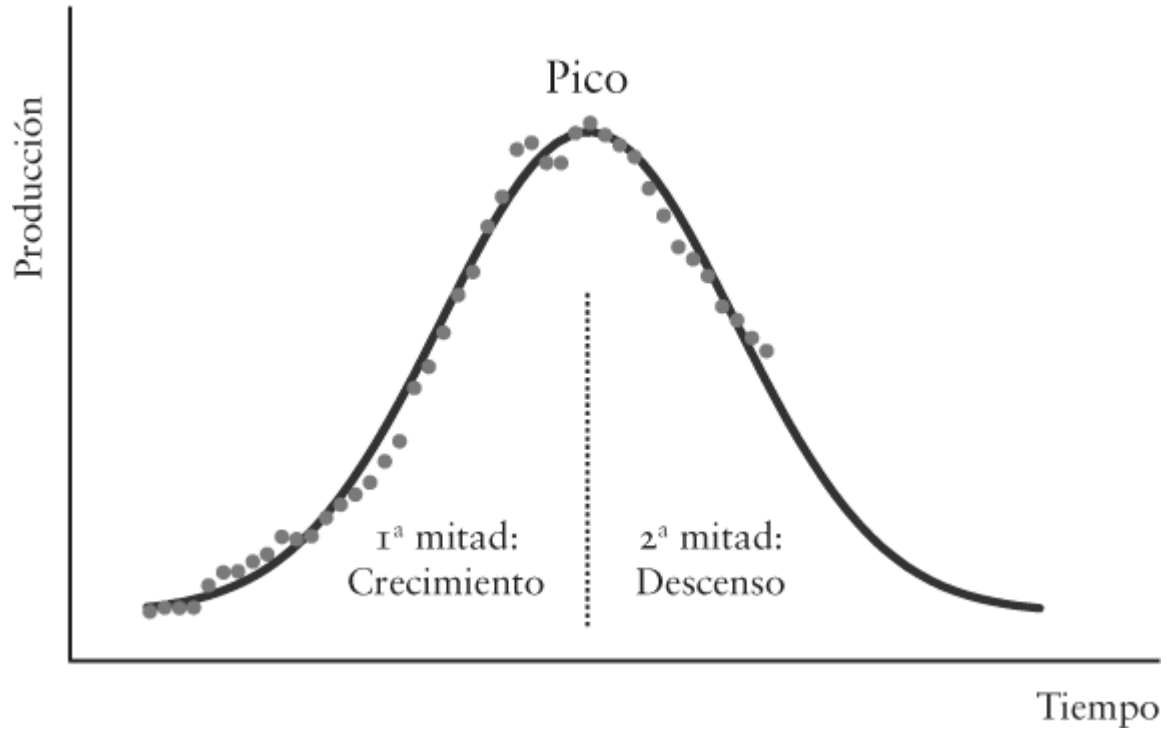


Figura 3. El concepto de «pico» fue presentado por el geofísico Marion King Hubbert en 1956 para la producción de petróleo convencional en Estados Unidos. Los puntos grises que siguen la trayectoria de la curva representan la producción petrolera de Noruega, que alcanzó su pico en 2001.

Fuente: *BP Estat. Review*, 2013.

¿EN LO ALTO DEL PICO LLEGA EL DESCENSO ENERGÉTICO?

Ahora bien, hemos llegado a lo alto de la curva de producción de petróleo convencional. Según la propia Agencia Internacional de la Energía, conocida por su optimismo en lo que respecta a las reservas petroleras, el pico mundial del petróleo convencional, es decir, el 80% de la producción petrolera, fue alcanzado en 2006[1]. Desde entonces, nos encontramos sobre una «meseta ondulante». Una vez sobrepasemos esa meseta, la producción mundial de petróleo empezará a disminuir[2].

Según los datos estadísticos más recientes[3], la mitad de los veinte primeros países productores, que reúnen más de tres cuartas partes de la producción petrolera mundial, ya han alcanzado sus picos, y entre ellos se hallan Estados Unidos, Rusia, Irán, Irak, Venezuela, México, Noruega, Argelia y Libia[4]. En los años sesenta, por cada barril consumido, la industria encontraba otros seis. Hoy en día, *con una tecnología cada vez más avanzada*, el mundo consume siete barriles por cada uno que se descubre.

En un trabajo científico publicado en 2012[5], un grupo de investigadores británicos concluía que «más de dos tercios de la capacidad actual de producción de petróleo crudo tendrán que ser sustituidos de aquí a 2030, simplemente para mantener la producción constante. Teniendo en cuenta el descenso a largo plazo de nuevos descubrimientos, será un gran desafío, aunque las condiciones [políticas y socioeconómicas] se muestren favorables». De esta forma, de aquí a quince años, *para mantenerse*, la industria tendrá que encontrar un flujo de 60 millones de barriles al día, es decir, ¡el equivalente a la capacidad diaria de seis Arabias Sauditas!

Los conocimientos sobre el estado de las reservas se van precisando, y un número cada vez mayor de multinacionales, gobiernos, expertos y organizaciones internacionales se está volviendo pesimista en cuanto al porvenir de la producción. De acuerdo con los autores del mencionado estudio, «un descenso continuo de la producción mundial de petróleo convencional parece probable antes de 2030, y existe un riesgo importante de que comience antes de 2020[6]», conclusión que comparten informes financiados por el Gobierno británico[7] y los ejércitos estadounidense[8] y alemán[9]. En resumen, se está gestando un consenso sobre el hecho de que la

era del petróleo fácilmente accesible ha pasado y entramos en una nueva época[10].

La situación petrolera es tan tensa que numerosos dirigentes empresariales han dado la voz de alarma. En Gran Bretaña, un consorcio de grandes empresas llamado ITPOES (The UK Industry Taskforce on Peak Oil and Energy Security) escribió en su informe de febrero de 2010: «Como estamos alcanzando tasas máximas de extracción […], debemos ser capaces de planificar nuestras actividades en un mundo en que los precios del petróleo son susceptibles de ser al mismo tiempo elevados y más inestables, y donde el impacto de los precios del petróleo tendrá el poder de desestabilizar la actividad económica, política y social[11]».

Según algunos observadores más optimistas, en cambio, las estimaciones que concluyen en un «pico» se basan en cantidades máximas extraíbles demasiado alarmistas. Un grupo de investigadores se interesó por esta controversia y comparó un abanico de escenarios, desde los más optimistas a los más pesimistas. El resultado fue que solo los escenarios considerados pesimistas se corresponden con los datos reales observados en los once últimos años[12]. De esta manera confirmaba el estudio la entrada en un descenso irreversible de la producción mundial de petróleo convencional.

De acuerdo, pero ¿qué ocurre con los nuevos yacimientos, en concreto, los de los que se conocen como petróleos no convencionales, es decir, los hidrocarburos pesados y/o atrapados a gran profundidad en la arena, el alquitrán y las rocas de la corteza terrestre? ¿Acaso las plataformas sumergidas en las profundidades de las costas brasileñas y árticas, las arenas bituminosas de Canadá y el gas y los petróleos de esquisto no van a sustituir progresivamente al crudo convencional?

No. Y los hechos son irrefutables. En lo que respecta al petróleo y al gas de esquisto, comentemos brevemente que las técnicas de extracción ponen en riesgo el medioambiente y la salud de los habitantes de la zona[13], provocan microterremotos[14], fugas de metano[15] y de sustancias radiactivas[16], consumen enormes cantidades de energía[17] (entraremos en

detalle más adelante), de arena y de agua dulce[18] y contaminan las capas freáticas[19].

En efecto, las empresas de perforación suelen presentar balances financieros desastrosos. Según un informe de la administración estadounidense de la energía, la tesorería combinada de 127 compañías que explotan petróleo y gas de esquisto tuvo un déficit de 106.000 millones en el año fiscal 2013-2014[20], déficit que dichas empresas quisieron compensar de inmediato con la apertura de nuevas líneas de crédito. Pero para atraer más inversiones y presentar un resultado positivo a los analistas financieros, ¡se vieron obligadas a vender 73.000 millones de activos! El resultado: deudas disparadas y una capacidad cada vez menor para generar los ingresos necesarios y saldar las deudas[21].

Un estudio encargado por el Gobierno británico advierte: «Una mayor dependencia de los recursos que utilizan la fracturación hidráulica agravará la tendencia al alza de las tasas de descenso medias, ya que los pozos no tienen ninguna meseta y disminuyen con extrema rapidez, a veces un 90% o más en los cinco primeros años[22]». Otros estiman un 60% de descenso de la producción solo en el primer año[23]. De forma que, para evitar la quiebra, las compañías deben perforar cada vez más pozos y contraer cada vez más deudas, para compensar el descenso de los pozos ya explotados y al mismo tiempo seguir aumentando su producción, que les permitirá reembolsar sus crecientes deudas. Una carrera a contrarreloj cuyo resultado ya conocemos…

Esta es la pequeña burbuja que muchas personas no han visto (o no han querido ver) al proclamar a los cuatro vientos que las energías fósiles no convencionales permitirían a Estados Unidos recuperar una cierta independencia energética[24]. Con la intención de inflar artificialmente el crecimiento y la competitividad de Estados Unidos, el banco central estadounidense (la FED) dio permiso a las compañías petroleras para pedir préstamos con un interés extremadamente bajo, con lo que fabricó una bomba de relojería: la más mínima subida de las tasas de interés dejaría a las compañías más frágiles al borde de la quiebra. El problema es prácticamente el mismo en el caso del gas de esquisto[25]. Según la

administración Obama, dicha estructura apenas se mantendrá unos años tras haber alcanzado su barrera en 2016[26].

Las estimaciones —muy optimistas— de la Agencia Internacional de la Energía indican que las arenas bituminosas de Canadá o Venezuela llenarán 5 millones de barriles diarios en 2030, lo que supone menos del 6% de la producción total de combustible en la fecha actual (en proyección)[27]. Es imposible, pues, *en el mejor de los casos*, compensar el descenso del petróleo convencional de esta manera.

¿Y el Ártico? Los riesgos para el medioambiente[28] y los inversores[29] son muy importantes. Algunos de los principales se retiraron de la carrera *incluso cuando el precio del barril estaba alto*, como Shell, que suspendió las exploraciones en 2013[30], o Total, que hizo lo mismo y además alertó a todos los actores del sector sobre los riesgos potenciales[31].

Los biocarburantes no resultan mucho más «tranquilizadores». Se prevé que su contribución se limite al 5% de la oferta de combustibles en los próximos diez a quince años[32], sin tener en cuenta que algunos amenazan seriamente la seguridad alimentaria de numerosos países[33].

Imaginar que la electrificación del sistema de transportes podrá sustituir al petróleo no es nada realista. Las redes eléctricas, las baterías y las piezas de recambio se fabrican a partir de metales y materiales que son escasos (y se agotan), y todo el sistema eléctrico consume energías fósiles: son necesarias para el transporte de piezas de recambio, de los trabajadores y de los materiales, para la construcción y el mantenimiento de las centrales y para la extracción de minerales. Sin petróleo, el sistema eléctrico actual, incluido el sector nuclear, colapsaría.

De hecho, también es inimaginable sustituir el petróleo por los otros combustibles que conocemos. Por un lado, porque ni el gas natural, ni el carbón, ni la madera, ni el uranio, poseen las cualidades excepcionales del petróleo, fácil de transportar y con una gran densidad de energía. Por otro lado, porque estos tipos de energía se agotarían en muy poco tiempo, ya que se acerca la fecha de su pico[34] y la mayoría de las máquinas y las infraestructuras necesarias para su explotación funcionan con petróleo. El descenso del petróleo supondrá, por tanto, el de todas las demás energías.

Por eso es tan peligroso subestimar la envergadura de la tarea que hay que realizar para compensar el descenso del petróleo convencional.

Pero eso no es todo. Los principales minerales y metales llevan el mismo camino que la energía, el del pico[35]. Un estudio reciente evaluó la disponibilidad de 88 recursos no renovables y la probabilidad de que se encuentren en situación de escasez permanente antes de 2030[36]. Entre aquellos con probabilidad elevada encontramos la plata, indispensable para la fabricación de aerogeneradores; el indio, imprescindible para algunas células fotovoltaicas; o el litio, con el que se hacen las baterías. Y el estudio llega a la conclusión de que «estos problemas de escasez tendrán un impacto devastador en nuestro modo de vida». En esta misma línea, en los últimos meses han surgido estimaciones del pico del fósforo[37] (abono esencial de la agricultura industrial), de las explotaciones pesqueras[38], e incluso del agua potable[39]. Y la lista podría alargarse fácilmente. Como explica el especialista en recursos minerales Philippe Bihouix en *L'Âge des low tech* [La era de las bajas tecnologías], «podríamos permitirnos tensiones en uno u otro tipo de recursos, energía o metales. Pero el desafío ahora es que debemos hacer frente a ambos al mismo tiempo: [no tenemos] la energía necesaria para los metales menos concentrados y [tampoco] los metales necesarios para una energía menos accesible[40]». Nos acercamos rápidamente a lo que Richard Heinberg denomina el «pico de todo» (*peak everything*[41]). Recordemos la impactante curva exponencial: cuando las consecuencias ya son visibles, es solo una cuestión de años, si no de meses.

En resumen, podemos esperar un descenso inminente de la disponibilidad de energías fósiles y de los materiales que alimentan la civilización industrial. De momento, ninguna alternativa parece estar a la altura de la caída que se avecina. El hecho de que la producción se estanque a pesar de los esfuerzos cada vez mayores de las compañías petroleras, con tecnologías más y más avanzadas, es una señal muy clara. Desde el año 2000, las inversiones consentidas por la industria han aumentado en promedio un 10,9% anual, esto es, diez veces más rápidamente que en la década anterior[42]. Que las mismas industrias que antaño rechazaban las arenas bituminosas, el petróleo de esquisto, los biocarburantes, las placas

solares y los aerogeneradores, ahora se tomen estos recursos en serio, significa que estamos cambiando de época. La época del pico.

Pero ¿qué hay después del pico? ¿Una disminución lenta y gradual de la producción de energías fósiles? Puede ser, pero permitidnos que lo dudemos, por dos razones. La primera es que, una vez alcanzado el pico *de sus propios yacimientos*, los países productores de petróleo se enfrentarán a un creciente consumo interior. Si, por el contrario, deciden —legítimamente— dejar de exportar para responder a esa demanda, perjudicarán a grandes países importadores (como la mayoría de Europa), lo que podrá desencadenar guerras de acaparamiento que limitarán la capacidad de producción de los países productores. En cualquiera de los casos, el descenso será mucho más rápido de lo previsto. La segunda razón para dudar es que…

¡EN LO ALTO DEL PICO HAY UNA PARED!

Generalmente, tras escalar la curva de campana por un lado, hay que bajar por el otro lado. Entonces, en los subsuelos de la Tierra todavía debe haber la mitad del petróleo que hemos encontrado. ¡Exacto! Es un hecho comprobado: la cantidad de energías fósiles almacenadas bajo tierra —y confirmadas— sigue siendo gigantesca, y es especialmente importante si tenemos en cuenta los hidratos de metano que se podrían explotar al fundirse el permafrost siberiano y el canadiense. ¿Buenas noticias?

No nos emocionemos tan pronto. Para empezar, sería catastrófico para el clima (ver siguiente capítulo). Y después, por mucho que queramos, nunca conseguiremos extraer todo ese petróleo. La razón es sencilla; para extraer petróleo hace falta energía, mucha energía: la prospección, los análisis de viabilidad, la maquinaria, los pozos, los oleoductos, las carreteras, el mantenimiento y la seguridad de todas estas infraestructuras, etc. Ahora bien, el sentido común exige que, en una empresa de extracción, la energía recolectada sea superior a la energía invertida. Es lógico. Si se consigue menos de lo que se invierte, no merece la pena excavar. La relación entre la energía producida y la energía invertida se denomina *tasa*

de retorno energético (TRE o ERoEI, por sus siglas en inglés de *Energy Return on Energy Invested*).

Se trata de un aspecto esencial. Tras el esfuerzo de extracción, *el excedente de energía* es el que permite el desarrollo de una civilización. A principios del siglo xx, el petróleo estadounidense tenía una fantástica TRE, de 100:1 (por cada unidad de energía invertida, se conseguían 100). Apenas se excavaba, brotaba el petróleo. En 1990 ya solo estaba en 35:1, y hoy en día ronda el 11:1[43]. Para que sirva de comparación, la TRE media de la producción mundial de petróleo convencional se sitúa entre 10:1 y 20:1[44]. En Estados Unidos, la TRE de las arenas bituminosas comprende entre 2:1 y 4:1, la de los agrocarburantes, entre 1:1 y 1,6:1 (10:1 en el caso del etanol fabricado a partir de caña de azúcar), y la de la energía nuclear, entre 5:1 y 15:1[45]. La del carbón ronda el 50:1 (en China, 27:1), la del petróleo de esquisto, el 5:1, y la del gas natural, el 10:1[46]. Todas estas TRE están no solo en descenso, sino en un descenso que se acelera, porque cada vez hay que excavar más y más hondo, adentrarse más en el mar y utilizar técnicas e infraestructuras más costosas para mantener el nivel de producción. Pensemos en la energía que habría que gastar para inyectar miles de toneladas de CO_2 o de agua dulce en los yacimientos antiguos, en las carreteras que habría que construir y en los kilómetros que habría que recorrer para alcanzar las zonas más recónditas de Siberia…

El concepto de TRE no solo se aplica a las energías fósiles. Para obtener energía de aerogeneradores, por ejemplo, primero hay que gastar energía en reunir todos los materiales que sirven para fabricarlos, y después en fabricarlos, instalarlos y mantenerlos. En Estados Unidos, la energía solar (esos inmensos espejos en el desierto) ofrecería un rendimiento de aproximadamente 1,6:1. La energía fotovoltaica en España, unos 2,5:1[47]. En cuanto a los aerogeneradores, conseguirían un balance a primera vista más alentador, de unos 18:1[48]. Por desgracia, estas cifras no contemplan el carácter intermitente de este tipo de energía ni la necesidad de adosar un sistema de almacenamiento o una central eléctrica térmica. Si se tiene esto en cuenta, la TRE de los aerogeneradores desciende a 3,8:1[49]. La hidroelectricidad es la única que ofrecería un rendimiento cómodo, situado

entre 35:1 y 49:1. Pero, además de que esa forma de producción amenaza gravemente los hábitats naturales[50], un estudio reciente demuestra que los 3.700 proyectos en curso o planificados en el mundo solo aumentarían la producción eléctrica mundial en un 2% (de 16 a 18%)[51].

En definitiva, las energías renovables no tienen potencia suficiente como para compensar el descenso de las energías fósiles, y no hay suficientes energías fósiles (ni minerales) para desarrollar en masa las energías renovables y que estas puedan compensar el descenso pronosticado de las energías fósiles. Gail Tverberg, especialista en economía energética, lo resume en que «nos dicen que las energías renovables nos van a salvar, pero es mentira. La energía eólica y la solar fotovoltaica comprenden una porción tan grande de nuestro sistema basado en las energías fósiles como la de cualquier otra fuente de electricidad[52]».

El problema es que nuestras sociedades modernas requieren una TRE mínima para cubrir el conjunto de los servicios que se ofrecen actualmente a la población[53]. El principio de la explotación energética es, a grandes rasgos, el siguiente: primero se destina el excedente energético del que se dispone a los aspectos indispensables para la supervivencia, como pueden ser la producción alimentaria, la construcción de hábitats y el acondicionamiento climático de estos, la confección de ropa o el sistema sanitario de las ciudades. Después, se reparte el saldo restante entre el funcionamiento de los sistemas judiciales, de seguridad nacional, de defensa, de seguridad social, de salud y de educación. Al final, si queda algún excedente energético, se utiliza para el entretenimiento (turismo, cine, etc.).

En la actualidad, la TRE mínima para proporcionar todos esos servicios se ha establecido entre 12:1 y 13:1[54]. En otras palabras, se trata de un umbral más allá del cual no debemos aventurarnos si no queremos vernos obligados a decidir colectivamente —con todas las dificultades implicadas— qué servicios conservar y de cuáles prescindir[55]. Con una TRE media en descenso de las energías fósiles y una TRE que no supera el 12:1 en la mayoría de las energías renovables, nos acercamos peligrosamente al umbral.

Por supuesto, todas estas cifras se debaten, y muchos no dudarán en cuestionarlas, pero el principio general no está tan sujeto a opiniones. La idea que hay que entender es que estamos frente a una pared termodinámica que se acerca *cada vez más rápido*. Hoy en día, cada unidad de energía se extrae con un coste medioambiental, económico y energético más y más elevado.

Los índices económicos permiten asimismo visualizar esta pared. Dos equipos de investigación que usan diferentes metodologías modelizaron recientemente la compleja relación entre la TRE y el coste de producción (precio por barril)[56]. Las conclusiones son idénticas: cuando la TRE del combustible fósil desciende por debajo del 10:1, los precios aumentan de manera no lineal, es decir, de manera exponencial (ver figura 4). Dicha tendencia al alza de los costes de producción también se percibe en lo que respecta al gas, al carbón, al uranio, así como a los metales y los minerales imprescindibles para fabricar energías renovables[57].

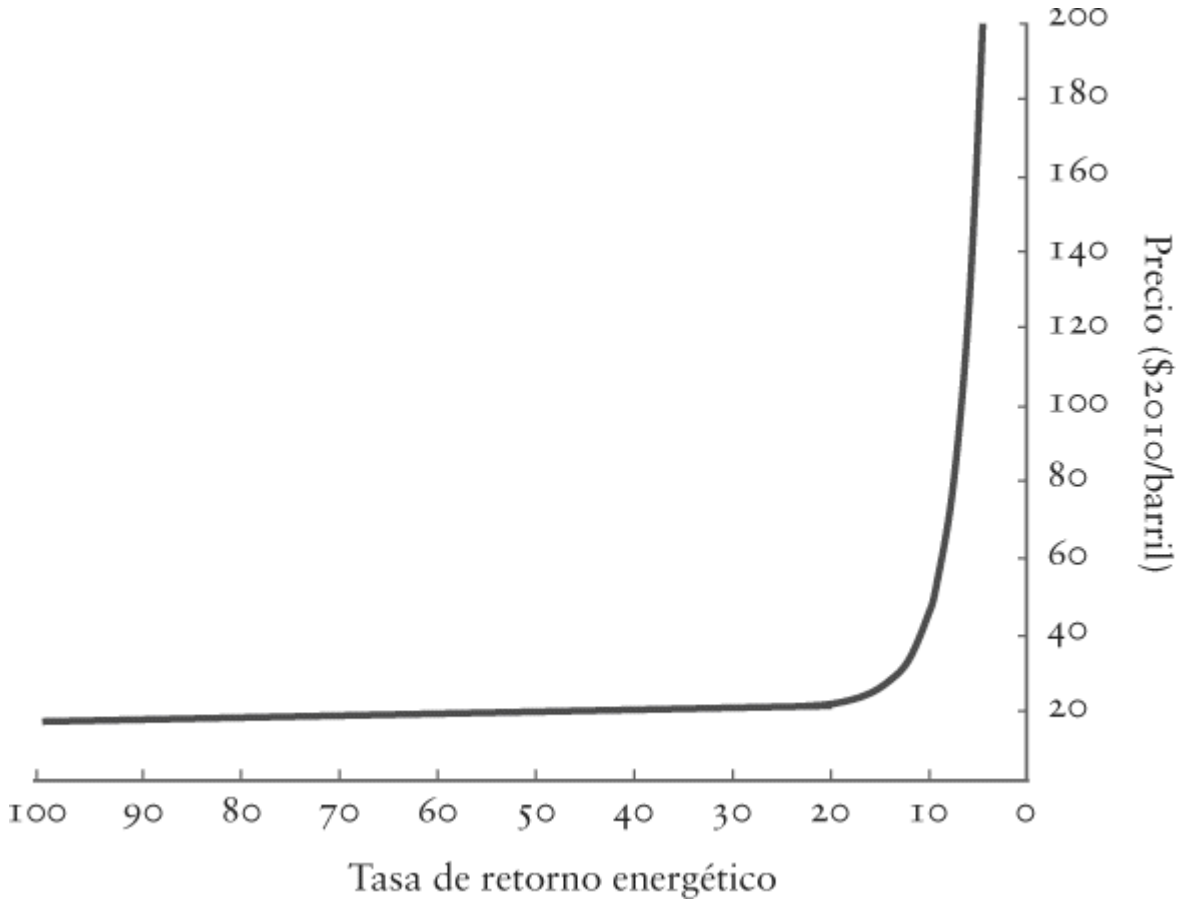


Figura 4. Modelización del precio del barril de petróleo en función de la TRE (según las correlaciones históricas observadas).

Fuente: Heun, M. K. y De Wit., M. «Energy return on (energy) invested (EROI), oil prices, and energy transitions», *Energy Policy*, vol. 40, 2012, págs. 147-158.

Si sabemos que unos dos tercios del crecimiento de los Treinta Gloriosos se debieron a la combustión de energías fósiles —y el resto fue producto del trabajo y de las inversiones[58]—, podemos deducir que el descenso inexorable de la TRE de las energías fósiles supondrá una enorme pérdida de beneficios que hará que la promesa de crecimiento económico no se pueda cumplir[59]. Dicho de otro modo, el descenso energético significa nada menos que el fin definitivo del crecimiento económico mundial.

Además, la curva de la figura 4 invita a tomar conciencia de que verdaderamente nos estamos acercando a una pared, por retomar la metáfora del vehículo. Una pared que es infranqueable porque está construida con las leyes de la termodinámica.

Y ANTES DE LA PARED… UN PRECIPICIO

En estas condiciones, cuesta imaginar de qué forma podría nuestra civilización recuperar un horizonte de abundancia, o al menos de continuidad. Pero, por sorprendente que pueda parecer, la escasez energética no es el peligro más inminente para nuestro motor. El elemento que amenaza con silenciarlo antes es otro: el sistema financiero.

En realidad, el sistema energético y el financiero están estrechamente relacionados, uno no puede funcionar sin el otro. Forman una especie de correa de distribución, un eje energético-financiero que representa el corazón de nuestra civilización industrial. Esta conexión se puede observar al analizar la estrecha correlación que hay entre la curva del PIB y la de la producción de petróleo (ver figura 5). Una recesión se corresponde con un precio del petróleo elevado y poco consumo; un periodo de expansión indica lo contrario, un precio del petróleo bajo y un consumo alto. Esta

mecánica no es una simple correlación, se trata más bien de una relación causal: un estudio histórico demuestra que, de las once recesiones que tuvieron lugar a lo largo del siglo xx, diez habían estado precedidas por un fuerte incremento del precio del petróleo[60] (ver figura 6). Es decir, una crisis energética precede a una crisis económica grave. Fue el caso de la crisis del petróleo de los años setenta, al igual que el de la crisis económica de 2008.

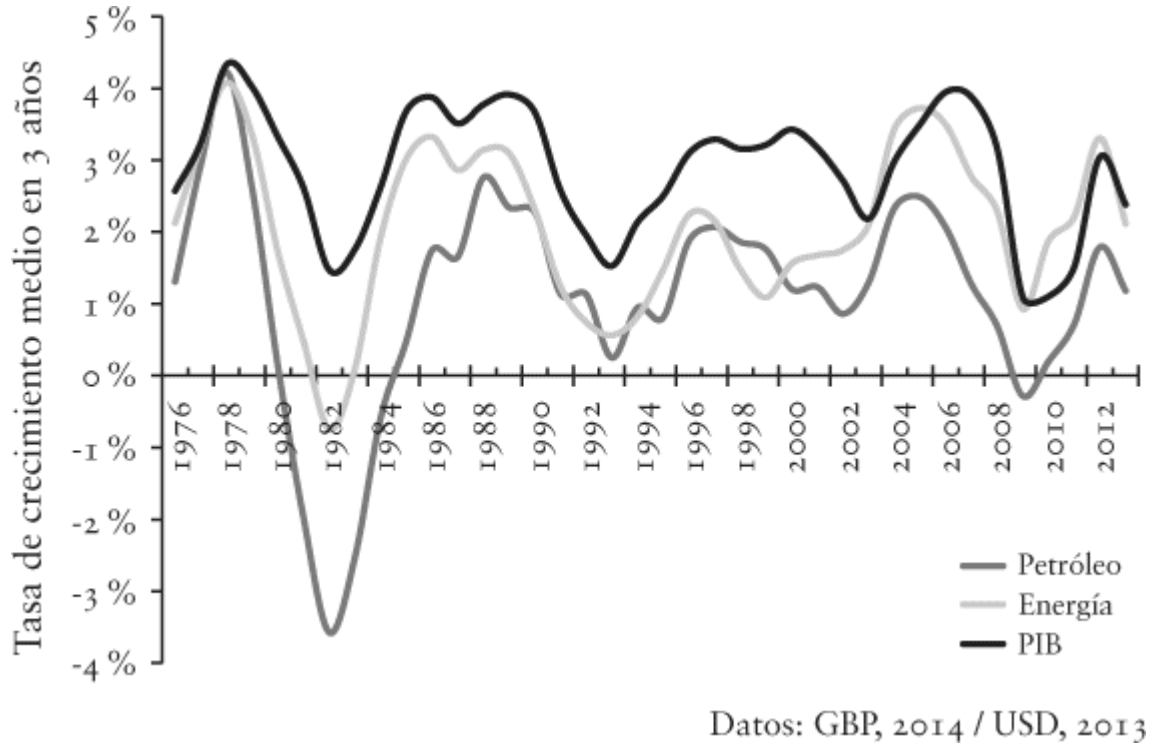


Figura 5. Tasa de crecimiento del petróleo, de la energía y del PIB mundial.

Fuente: Tverberg, G. E., «Energy and the Economy – Twelve Basic Principles», *Our Finite World*, 14 de agosto de 2014.

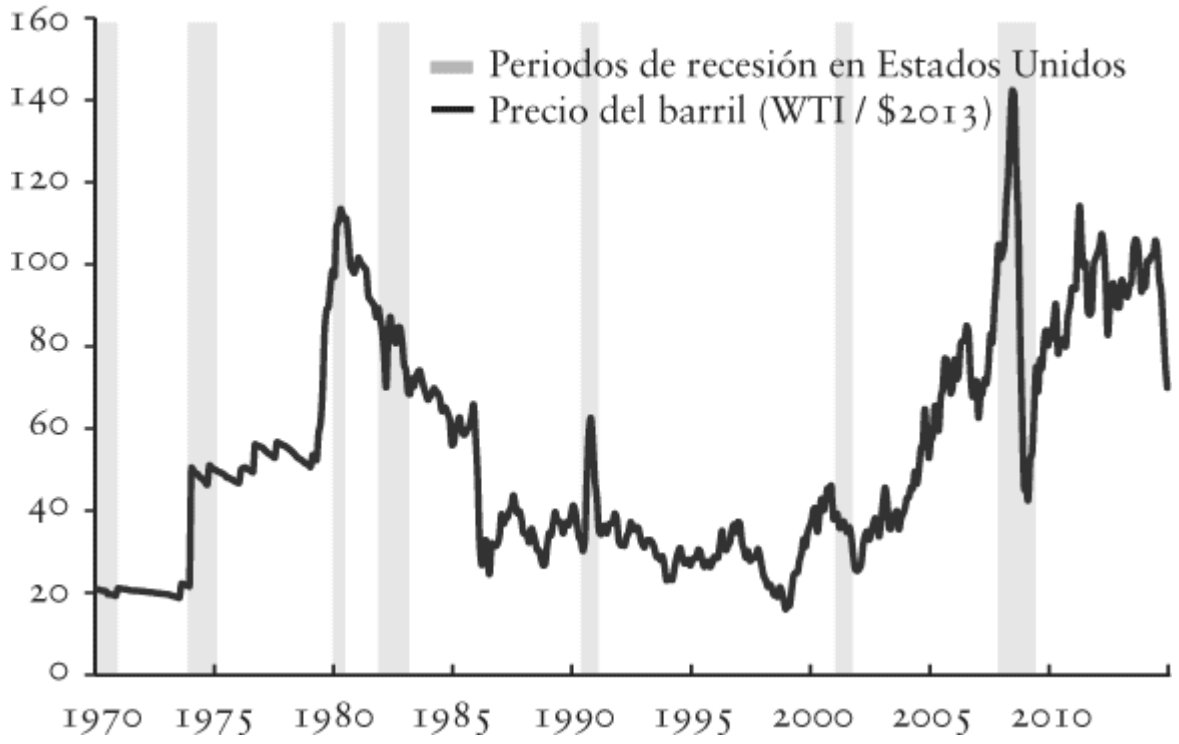


Figura 6. Precio del barril de petróleo y periodos de recesión.

Fuente: Hamilton, J. D., «Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08», *National Bureau of Economic Research*, 2009 [actualizado por los autores].

Tratar los problemas económicos sin tener en cuenta su origen energético es un grave error. Pero lo mismo ocurre al contrario. Gail Tverberg se ha especializado en el análisis del eje energético-financiero y observa que en el contexto del pico ya no resulta posible extraer cantidades significativas de energías fósiles sin contraer una cantidad también creciente de deudas. «El problema al que nos enfrentamos ahora es que, cuando el precio de los recursos es demasiado elevado, el sistema basado en la deuda ya no funciona. Y un nuevo sistema financiero basado en deudas no funcionaría mejor que el anterior[61]». Un sistema de deudas tiene una necesidad urgente de crecimiento y, por tanto, de energía. La afirmación también es cierta a la inversa: nuestro sistema energético se lanza a las deudas. De esta forma, la correa de distribución gira en los dos sentidos:

una disminución de la producción de petróleo lleva a nuestras economías a la recesión, y al contrario, las recesiones económicas aceleran el descenso de la producción energética[62]. Más concretamente, el sistema económico mundial está hoy en día acorralado por un precio alto de petróleo y otro bajo. Sin embargo, los dos extremos son caras de la misma moneda.

Cuando el precio del petróleo es demasiado alto, los consumidores reducen sus gastos, lo que provoca recesiones (y luego una bajada del precio del crudo). En cambio, un precio elevado supone una maravillosa noticia para las compañías petroleras, que pueden invertir en la prospección gracias al uso de nuevas tecnologías de extracción, lo que a la larga permite mantener la producción o desarrollar energías alternativas.

Cuando el precio de la energía es demasiado bajo (tras una recesión o manipulaciones geopolíticas, por ejemplo), el crecimiento económico puede reemprender la subida, pero las compañías petroleras se encuentran con serias dificultades financieras y reducen las inversiones (como hemos observado después de la bajada reciente de las cotizaciones del petróleo[63]), lo que pone en grave riesgo la producción futura. El informe de 2014 de la Agencia Internacional de la Energía[64] destaca que el esfuerzo necesario para compensar la decadencia natural de los yacimientos antiguos ya envejecidos «parece incluso más difícil de perpetuar ahora que el barril ha caído a 80 dólares, […] especialmente por las arenas bituminosas y los pozos ultraprofundos que hay por todo Brasil». Y el economista jefe de la Agencia, el muy optimista Fatih Birol, añade que «empiezan a acumularse nubes en el horizonte a largo plazo de la producción petrolera mundial; acarrean posibles tormentas[65]».

La fragilidad del sistema financiero mundial está más que comprobada. Está formado por una compleja red de deudas y obligaciones que conecta los balances de contabilidad de innumerables intermediarios, como los bancos, los fondos especulativos o las aseguradoras. Como demostró la quiebra de Lehman Brothers y sus efectos en 2008, dichas interdependencias han creado un entorno propicio a los contagios[66] (ver capítulo 5). Además, la oligarquía política y financiera mundial no da señales de haber comprendido realmente el diagnóstico y se esmera en

tomar decisiones inadecuadas, lo que contribuye a debilitar aún más el sistema económico. El factor más inminente de los que limitan el futuro de la producción petrolera no es, por tanto, la cantidad de reservas restantes ni la tasa de retorno energético (TRE), como muchos creen, sino «el tiempo que pueda sostenerse nuestro sistema económico interconectado[67]».

En resumen, nuestras economías están condenadas a mantener un equilibrio muy delicado (en la cuerda floja), que varía según el precio del barril de petróleo, comprendido entre unos 80 y 130$ por unidad, y a rezar para que el sistema financiero, que se ha vuelto enormemente inestable, no colapse. De hecho, una época de crecimiento económico bajo o de recesión reduce el crédito disponible y las inversiones de las compañías petroleras, y podría provocar un parón del motor antes incluso de que se haya llegado al límite físico de extracción.

Sin una economía que funcione correctamente, no hay fácil acceso a la energía. Y sin energía accesible, adiós a la economía tal y como la conocemos: los transportes rápidos, las cadenas de abastecimiento largas y fluidas, la agricultura industrial, la calefacción, el tratamiento de aguas residuales, internet, etc. Asimismo, la historia nos enseña que las sociedades se desequilibran rápidamente cuando rugen los estómagos. Durante la crisis económica de 2008, el dramático incremento de los precios de alimentación ocasionó revueltas del pan en al menos 35 países[68]…

En su libro más reciente, el ex geólogo petrolero y asesor energético del Gobierno británico Jeremy Leggett identifica cinco riesgos sistémicos mundiales directamente relacionados con la energía y que ponen en riesgo la estabilidad de la economía mundial: el agotamiento del petróleo, las emisiones de carbono, el valor financiero de las reservas de energías fósiles, el gas de esquisto y el sector financiero. «La caída de cualquiera de estos sectores podría desencadenar un tsunami de problemas económicos y sociales y, claro está, no hay ninguna ley económica que estipule que las caídas no puedan manifestarse en más de un sector a la vez[69]». Probablemente estemos viviendo los últimos carraspeos del motor de nuestra civilización industrial, previos a su extinción.

III
LA SALIDA DE LA CARRETERA (LAS FRONTERAS FRANQUEABLES)

Además de los límites infranqueables que impiden físicamente que cualquier sistema económico crezca hasta el infinito, existen unas «fronteras» invisibles, borrosas y difícilmente previsibles. Son umbrales más allá de los cuales los sistemas de los que dependemos, como el clima, los ecosistemas o los grandes ciclos biogeoquímicos de la Tierra, se desestabilizan. Es posible traspasarlos, pero las consecuencias no son menos catastróficas. Por eso, en este caso la metáfora de la pared no es de gran utilidad. Representaremos estos umbrales con los bordes de la carretera, más allá de los cuales el vehículo saldría de una zona de estabilidad y se enfrentaría a obstáculos impredecibles.

Todavía no conocemos bien las consecuencias del traspaso de estas «fronteras». La diferencia frente a los límites radica en que aquellos detienen el vehículo en su trayectoria, mientras que las fronteras no nos impiden provocar catástrofes: nos dejan libres y responsables de nuestras decisiones, es decir, *obligados* únicamente por la ética y por nuestra capacidad para anticipar dichas catástrofes. No podemos crear energía de la nada, pero sí podemos elegir vivir en un clima con una temperatura 4°C superior a la media histórica (de hecho, es lo que estamos haciendo). Sin embargo, para tomar decisiones responsables hay que conocer las consecuencias de los actos. La cuestión es que, a menudo, esas consecuencias no son perceptibles hasta *después* de traspasar los umbrales, cuando ya es demasiado tarde.

CALENTAMIENTO Y SUDORES FRÍOS

El clima es la frontera invisible más conocida, y con los años ha adquirido un estatus especial. Y es que, según algunos expertos, las consecuencias del calentamiento global tienen la capacidad de provocar *por sí mismas* catástrofes globales, masivas y terribles que podrían llevar al fin de la civilización, incluso de la especie humana. A principios de 2014, pudimos contar con un excelente estudio científico, el quinto informe del IPCC*, que es categórico: el clima se calienta como respuesta a la emisión de gases de efecto invernadero producidos por la actividad humana[1]. La temperatura media mundial ha aumentado 0,85°C desde 1880, una tendencia que se ha acelerado en sesenta años. El informe confirma la «regla» según la cual las predicciones más alarmantes de los informes precedentes se hacen realidad[2]. Estamos abandonando las condiciones que se requieren para limitar el calentamiento a 2°C más de media en 2050, y en 2100 podríamos alcanzar los 4,8°C superiores al periodo de 1986 a 2005. No debemos pasar por alto que las proyecciones iniciales del IPCC respecto a la temperatura global han sido hasta la fecha extremadamente precisas[3].

Las catástrofes no afectan solamente a las generaciones futuras, sino también a las presentes. El calentamiento global *ya provoca* olas de calor más largas e intensas y fenómenos meteorológicos extremos (tormentas, huracanes, inundaciones, sequías, etc.) que han causado pérdidas importantes en los diez últimos años[4], como en Europa en 2003 (que provocó la muerte de 70.000 personas[5] y costaron 13.000 millones de euros al sector agrícola europeo[6]) o recientemente en Rusia, Australia y Estados Unidos[7]. En 2010, los periodos de sequía recortaron en Rusia un 25% la producción agrícola y 15.000 millones de dólares a la economía (un 1% del PIB), lo que obligó al Gobierno a renunciar a las exportaciones ese año[8].

Ya se constatan la escasez de agua en las zonas con mayor densidad de población[9], las pérdidas económicas, los conflictos sociales y la inestabilidad política[10], la propagación de enfermedades contagiosas[11], la expansión de plagas y parásitos[12], la extinción de numerosas especies vivas (ver siguiente sección), los daños irreversibles y graves a ecosistemas únicos[13] y la fundición de los casquetes polares y de los glaciares[14], así

como la disminución de los rendimientos derivados de la agricultura. Todo eso está ocurriendo en el presente.

En su libro *Guerras climáticas: la lucha por sobrevivir en un mundo que se calienta*, el especialista en cuestiones militares Gwynne Dyer desgrana las consecuencias geopolíticas que podría tener un calentamiento global de distintos grados. Con la ayuda de las conclusiones de informes redactados por ex altos funcionarios militares del Gobierno de Estados Unidos y de entrevistas a expertos, Dyer describe un abanico de escenarios que van desde un mundo con 2°C más de media, que ya es catastrófico, hasta una perspectiva de «devastación» con 9°C más.

En una Tierra con 2°C más de media, «el riesgo de conflictos es importante. La India, por ejemplo, ya ha empezado a construir un muro de dos metros y medio de alto a lo largo de los tres mil kilómetros de su frontera con Bangladesh, uno de los países de los que podría venir un gran número de refugiados cuando el mar haga desaparecer sus regiones costeras de menor altitud[15]». En el resto del mundo, las sequías masivas, los frecuentes huracanes y los desplazamientos de población, avivarían las tensiones entre los países ricos y los pobres. Los países ricos se verían desestabilizados por problemas agrícolas severos, y algunas islas del océano Índico tendrían que ser evacuadas. Este es el resumen de lo que ocurriría en el escenario de 2°C más, pero no nos extenderemos con él, porque ¡ya ni siquiera es una posibilidad! De hecho, el libro se basa en informes anteriores a 2008, concretamente, en el informe del IPCC de 2007, que hace una síntesis de los estudios científicos publicados antes de 2002.

En noviembre de 2012, el Banco Mundial publicó un informe[16] encargado a un equipo de expertos del clima de la Universidad de Postdam sobre cómo afectaría un aumento de 4°C a nuestras sociedades y a la vida en la Tierra. Una media de 4°C más supone aumentos de hasta 10°C en los continentes (habría que imaginar, por ejemplo ¡un verano a 8°C más de media en el sur de Europa!). El nivel del mar habría subido alrededor de un metro en 2100 (dato confirmado por el nuevo informe del IPCC) —lo que pondría en riesgo a grandes ciudades de Mozambique, Madagascar, México, Venezuela, la India, Bangladesh, Indonesia, Filipinas y Vietnam—,

y dejaría los principales deltas impracticables para la agricultura (Bangladesh, Egipto, Vietnam y África Occidental). El informe es estremecedor, y las consecuencias, especialmente catastróficas, amenazan sin lugar a dudas la posibilidad de mantener nuestra civilización en su estado actual.

Todas las crisis económicas y demográficas graves que vivieron las sociedades europeas antes de la era industrial estaban asociadas a alteraciones climáticas. Un estudio publicado en 2011 va más allá y detalla las relaciones de causalidad existentes —de 1500 a 1800— entre los cambios climáticos y las principales catástrofes agrícolas, socioeconómicas y demográficas[17] (ver figura 7). En realidad, aunque los recesos económicos hayan sido la causa *directa* de graves crisis sociales que han provocado colapsos demográficos, el clima siempre ha sido la primera causa. Y en el centro del proceso siempre se encuentran las crisis alimentarias.

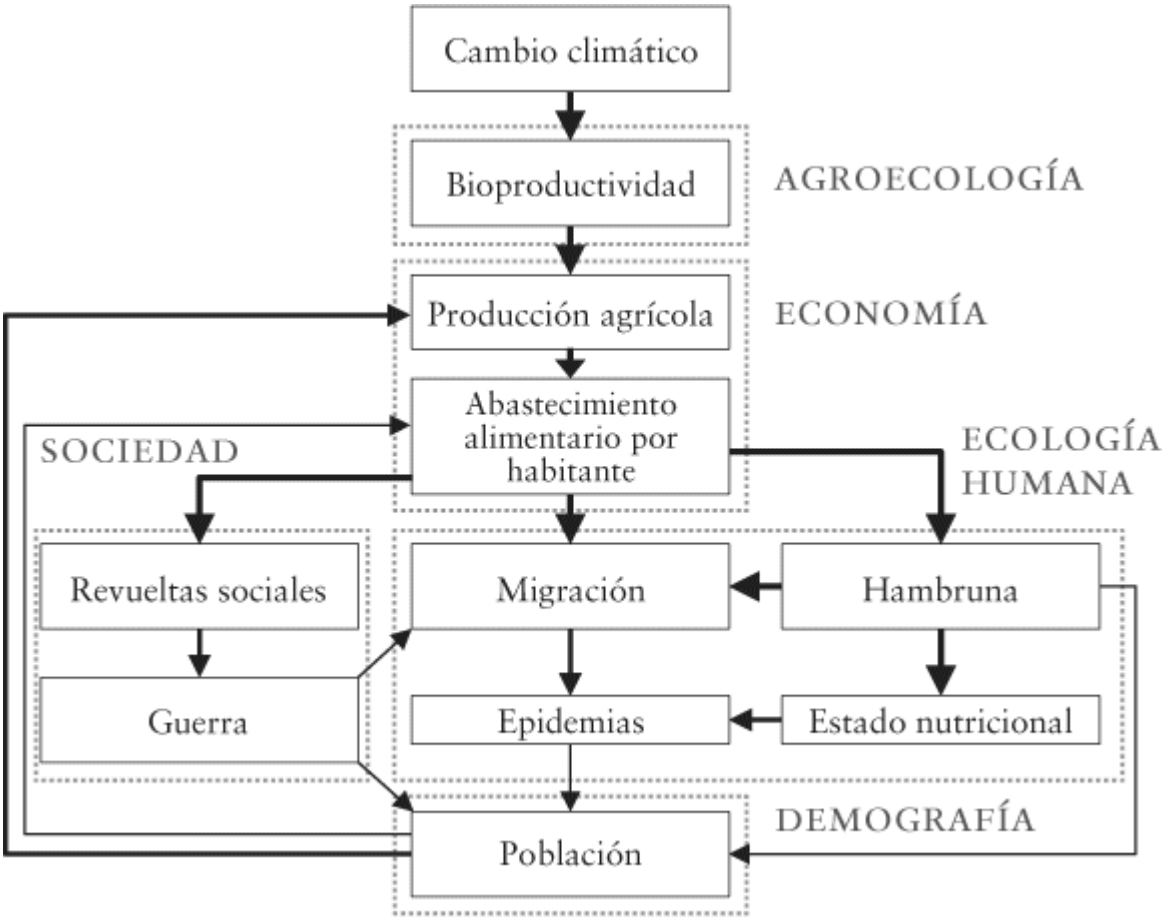


Figura 7. Relaciones de causalidad entre los cambios climáticos y las grandes crisis humanitarias en la Europa preindustrial. El espesor de cada flecha indica el grado de correlación.

Fuente: Zhang, D. D. *et al.*, «The causality analysis of climate change and large-scale human crisis», *PNAS*, vol. 108, núm. 42, 2011, págs. 17296-17301.

Hoy en día sabemos que el calentamiento global causa y causará graves problemas de abastecimiento de agua y bajadas del rendimiento agrícola (que no siempre están relacionados). Con 2°C más, el número de personas que sufrirán escasez de agua severa podría aumentar un 15%[18]. Desde 1980, la producción mundial de maíz y de trigo ha disminuido un 3,8% y un 5,5%, respectivamente, frente a la producción estimada sin cambio climático[19]. A nivel global, el rendimiento de trigo ha tendido a estancarse en los últimos veinte años a pesar de los considerables avances técnicos[20]. En el norte de Europa, Rusia y Canadá, las precipitaciones serán más intensas y los inviernos más cálidos[21], lo que permite presagiar una mayor productividad y la aparición de nuevas superficies de cultivo; y también crecerá el riesgo de inundaciones[22]. Por el contrario, en las demás regiones, los investigadores esperan problemas de escasez de agua y fenómenos meteorológicos extremos (calor, sequía y tormentas) con mayor frecuencia[23], que disminuirán la producción agrícola mundial.

Si la temperatura aumenta 2°C, la producción agrícola india decrecerá un 25%, lo que provocará la mayor hambruna jamás vista. «Pero eso no es nada en comparación con el futuro de Bangladesh, cuyo tercio sur —donde viven sesenta millones de personas— estaría completamente inundado por el oleaje tras la subida del nivel del mar[24]». Si la sociedad bangladesí toma conciencia y decide buscar a los responsables de este «genocidio climático» (la expresión usada por el experto del clima bangladesí Atiq Rahman), «su amargura será infinita[25]». Por su parte, Dyer describe con un realismo escalofriante la guerra nuclear que podría estallar en 2036 entre la India y Pakistán como consecuencia de este tipo de conflictos…

Las tensiones geopolíticas se agravarían por el número creciente de refugiados climáticos[26]. En América Central, por ejemplo, donde la sequía se convertiría en la norma, millones de refugiados chocarían con la frontera —cada vez menos permeable— de Estados Unidos. La misma catástrofe social y humanitaria podría ocurrir en el sur de Europa, teniendo en cuenta a los refugiados procedentes de África, Oriente Próximo y Oriente Medio.

Los episodios de sequía severa también pueden desencadenar una caída de la producción eléctrica de las centrales térmicas y nucleares[27], que a su vez debilitaría aún más la capacidad de la población para adaptarse y sobrevivir a las consecuencias del calentamiento global, sobre todo en las ciudades.

Uno de los mayores riesgos asociados a los cambios climáticos es el del incremento de las desigualdades (ver capítulo 8). Leon Fuerth, ex asesor de seguridad nacional de Estados Unidos bajo la vicepresidencia de Al Gore y principal autor del informe *The Age of Consequences*[28] [La era de las consecuencias], destaca que ni siquiera los países más ricos «podrán eludir dilemas complejos y espantosos: tendrán que elegir qué se salva de ser hundido por un medioambiente incontrolable». En cuanto a lo que ocurrirá con los más desfavorecidos, «ya nos hemos podido hacer una idea, desde luego, con la desbandada organizativa y espiritual del huracán Katrina[29]».

Actualmente, en 2015*, nos hallamos en las circunstancias ideales para alcanzar un acuerdo global sobre el clima, ya que ninguna de las principales potencias mundiales ha sido atacada desde que terminó la Guerra Fría. Sin embargo, «cuanto más perceptible sea la escasez alimentaria debida al calentamiento global, más complicado será llegar a acuerdos internacionales, sean de lo que sean[30]».

El informe del IPCC publicado en 2014 señala la posibilidad de una «ruptura de los sistemas alimentarios» que agravará las situaciones ya existentes de pobreza y de hambre (en especial en las ciudades) y aumentará «el riesgo de fenómenos violentos en forma de guerras civiles y conflictos intergrupales». Pero el problema de este amplio informe es que no tiene en cuenta los efectos amplificadores de los muchos bucles de retroalimentación climáticos, como la liberación de grandes cantidades de

metano al deshacerse el permafrost (de ahí el optimismo recurrente en las distintas versiones de los informes). No obstante, puede que dichos bucles entren en acción a partir de un aumento de 3°C o 4°C. Resulta muy difícil definir con precisión lo que podría pasar si la temperatura subiera por encima de esas cifras, pero los escenarios propuestos por expertos suelen ser unánimes y se orientan rápidamente a la catástrofe.

Podemos hacernos una idea de la envergadura de los cambios *posibles* al constatar que, mientras que la atmósfera de los últimos cien millones de años contenía unos niveles de CO_2 como los que podríamos alcanzar a finales de este siglo, la temperatura media era de 16°C más que en la actualidad[31]. Por el contrario, hace 10.000 años, y con 5°C menos, la Tierra estaba inmersa en una época glaciar, el nivel del mar estaba 120 metros por debajo del de hoy y una espesa capa de hielo de cientos de metros cubría el norte de Europa.

Según James Lovelock, si el nivel de CO_2 alcanza 500 ppm o más (el 9 de mayo de 2013 llegamos a 400 ppm), la gran masa de la superficie terrestre se transformará en desierto y sabana, con restos de civilización de algunos millones de personas en la cuenca ártica de Groenlandia.

> La Tierra ya se ha recuperado de episodios de fiebre así […], pero, si continuamos con nuestras actividades, nuestra especie no volverá a conocer nunca más el mundo tal y como ha sido hasta hace un siglo. La que corre el mayor riesgo es la civilización; los humanos son lo bastante resistentes para que algunas parejas con posibilidad de reproducirse sobrevivan, y […] a pesar del calor, quedarán en la Tierra lugares que respondan a nuestras necesidades; las plantas y los animales que superaron el Eoceno lo confirman. […] En cualquier caso, si se produjeran alteraciones de tal calibre, pocos habitantes de los miles de millones que hay en el planeta sobrevivirían[32].

Preocupado ante el planteamiento de un escenario de esas características, Dyer preguntó a expertos del clima si creían que existía esa posibilidad, y casi todos respondieron que «no les parecía excesivo».

Y eso es lo que nos puede pasar si no llegamos a un acuerdo internacional sobre el clima y si seguimos quemando energías fósiles unos años más. Porque no hay que olvidar que aunque hiciésemos *un parón total e inmediato* de las emisiones de gases de efecto invernadero, el clima

seguiría calentándose durante algunas décadas. Se necesitarían siglos, incluso milenios, para emprender la vuelta a las condiciones de estabilidad climática preindustrial del Holoceno.

Si, por arte de magia, consiguiéramos extraer y quemar todas las energías fósiles restantes —y las reservas comprobadas son inmensas—, los problemas serían mucho más graves de lo que acabamos de describir. En el quinto informe del IPCC (2014), el peor escenario se corresponde con un aumento de entre 8°C y 12°C para el año 2300. Pero el conocido experto del clima James Hansen y su equipo calcularon en 2013 la trayectoria de un escenario en el cual llegáramos a quemar un tercio de las reservas comprobadas al ritmo actual, y sucedería en menos de un siglo. Tendríamos una temperatura global media de 16°C más, es decir, 30°C más en los polos y 20°C más en los continentes[33]. A esta temperatura, el mundo se volvería inhabitable para la mayoría de los seres vivos, ni siquiera la transpiración humana bastaría para mantener nuestro cuerpo a 37°C. Pero que no cunda el pánico, ya lo explicamos en el capítulo anterior, no lograremos quemar todo ese petróleo.

De hecho, un escenario así no es realista, ya que mucho antes de que eso suceda, la circulación de las corrientes oceánicas podría modificarse, como ya ha ocurrido en el pasado, y crear un riesgo de anoxia (falta de oxígeno) en las profundidades del océano. Si la capa anóxica alcanza la superficie oceánica, donde llega la luz, proliferarán bacterias productoras de sulfuro de hidrógeno, un gas conocido por destruir la capa de ozono y hacer la atmósfera irrespirable. Los «océanos Canfield», que ya han existido a lo largo de la historia de la Tierra, acabarían con la mayor parte de la vida marina y terrestre. Aunque de momento es solo una hipótesis, muchos científicos la contemplan muy seriamente. Según Dennis Bushnell, director de investigación de la NASA, incluso cabe la posibilidad de que ocurra antes de 2100...

Todos estos datos, cifras, hipótesis, predicciones y lo que nuestra imaginación puede hacer con esa información permiten elaborar una imagen de lo que Chris Rapley, exdirector de British Antarctic Survey, llama los «monstruos» climáticos.

Tampoco exageremos. Pero hay que reconocer que en estos últimos años el ser humano ha sido bastante eficiente en su tarea de erradicar al resto de los seres vivos. Ahora bien, la «pérdida de la biodiversidad» no es un fenómeno trivial. Se trata de la destrucción de muchos territorios donde vivían en interacción millones de plantas, animales, hongos y microorganismos, y de la desaparición pura y dura de esos seres vivos. Sin embargo, para sobrevivir, nosotros, los humanos, dependemos de nuestra interacción con ellos *y de las interacciones que ellos realizan entre sí*.

Por supuesto, la extinción de las especies es un fenómeno natural, igual que la aparición de nuevas especies. Pero el problema es que las tasas de extinción se han disparado. Una estimación reciente señala que hoy en día son al menos 1.000 veces más elevadas que la media geológica que indican los fósiles[34], y que aumentan de forma rápida y constante. Según los últimos datos, el estado de la biodiversidad sigue empeorando[35], a pesar de los esfuerzos *cada vez mayores* de protección y conservación que se llevan a cabo[36]. Todo el increíble esfuerzo que los humanos hacen para proteger al resto de seres vivos de su poder no está para nada a la altura de las circunstancias[37].

Hace poco tiempo se incluyó en este cuadro un nuevo color mucho más inquietante, presentado por una serie de estudios preocupantes que ponen al día el fenómeno de extinción *de las interacciones ecológicas*. En efecto, cuando una especie muere, nunca desaparece sola, sino que suele llevarse consigo a otras sin que nadie se dé cuenta. Las extinciones son como ondas que se propagan a través de la cadena alimentaria, por lo que afectan tanto a los depredadores como a las presas de las especies «en peligro» (verticalmente), e impactan a otras especies indirectamente relacionadas con estas últimas (horizontalmente)[38]. Por ejemplo, la exterminación de las nutrias marinas provoca la proliferación de los erizos de mar (sus presas), y esto convierte los fondos marinos en desiertos, que a su vez altera otras cadenas alimentarias y a otros depredadores.

El mundo de los seres vivos no está tejido con una sola red de depredación; la onda de choque también puede propagarse a través de redes paralelas —¡y muy variadas!— de mutualismos, como la dispersión de granos o la polinización. Hacer desaparecer a una especie significa también privar a otra de recursos muy valiosos, incluso vitales. Sabemos, por ejemplo, que el colapso de poblaciones de ciertos polinizadores puede provocar un colapso generalizado de todos los polinizadores de un ecosistema, y afectar así gravemente a las plantas que dependen de ellos, es decir, a la productividad de la agricultura[39]. Esto no solo influye en las poblaciones humanas que se alimentan de esos ecosistemas, sino en todos los animales que dependen de esas plantas, que no tienen nada que ver con los polinizadores que se extinguieron inicialmente.

Las consecuencias de la desaparición de especies pueden llegar a modificar las características físicas del medio. Por ejemplo, la desaparición de especies de aves en Nueva Zelanda disminuye de manera significativa la polinización del arbusto *Rhabdothamnus solandri*, lo que reduce a su vez la densidad de su población[40] y afecta al suelo, al clima, a la temperatura y a la humedad del ecosistema.

Pero todavía hay más. La onda de choque también puede llevarnos la delantera. Un estudio publicado en 2013 muestra que la desaparición de interacciones ecológicas («extinciones funcionales») *precede* a la extinción de poblaciones. En otras palabras, una especie (la nutria, pongamos) pierde la «relación» con las especies próximas *desde el principio del proceso de extinción*, con lo que hace desaparecer (en el 80% de los casos) a otras especies de su alrededor ¡mucho antes de extinguirse ella misma! Este tipo de extinciones indirectas y silenciosas pueden comenzar muy pronto, incluso antes de que la especie amenazada haya perdido un tercio de su población total (no se declara oficialmente una especie en peligro hasta que no ha disminuido un 30% su población). Por consiguiente, y aunque resulte paradójico, las especies más amenazadas no son las que creemos, *sino las que están indirectamente relacionadas con ellas*. Hasta los ecólogos, que conocen este proceso desde hace mucho, se han sorprendido por la amplitud de tales «efectos dominó». Las que ahora se conocen como coextinciones

son potencialmente las más numerosas[41], pero también imprevisibles, pues no son perceptibles hasta que ya es demasiado tarde. Esto podría explicar las catastróficas cifras de la destrucción de la biodiversidad como consecuencia de la actividad humana.

¿El resultado? La primavera ya es bastante silenciosa[42]. Desde el año 1500, han desaparecido 332 especies de vertebrados terrestres[43] y «las poblaciones de especies vertebradas de la Tierra se han reducido, de media, a la mitad en comparación con cuarenta años atrás[44]». Las poblaciones de 24 de los 31 principales carnívoros del planeta (león, leopardo, puma, nutria marina, dingo, lince, oso, etc.) se encuentran en grave descenso, cosa que, por el efecto dominó[45], afecta peligrosamente a los ecosistemas que habitan[46].

En el mar la situación es especialmente dramática. Casi no hay ecosistemas marinos que no hayan sido alterados por los humanos[47], y cerca de la mitad de ellos (un 41%) están seriamente afectados[48]. En 2003, un estudio estimaba que el 90% de la biomasa de peces grandes había desaparecido desde el principio de la era industrial[49]. Estas cifras, que dejaron a un buen número de científicos con la boca abierta en su momento, están confirmadas hoy en día[50]. Los océanos se han vaciado, literalmente. En enero de 2013, ¡un solo espécimen de atún rojo se vendió por 1,7 millones de dólares en Tokio[51]!

Lo mismo ocurre con las aves. Nueva Zelanda, por ejemplo, ha perdido la mitad de sus especies de aves[52], y en Europa, el 52% de las poblaciones de aves de campo ha desaparecido a lo largo de las tres últimas décadas[53]. Este descenso tan rápido de la población de aves se ve acentuado por la contaminación de insecticidas neonicotinoides utilizados en la agricultura (que han diezmado los insectos de los que se alimentaban los pájaros[54]).

En el caso de los animales invertebrados —muy poco estudiados—, dos tercios de las poblaciones de las especies que investigan los científicos están disminuyendo (¡un 45% de media[55]!), entre las que se encuentran los polinizadores salvajes y la abeja europea[56]. «Para M. Bijleveld, el descenso que está teniendo lugar en el conjunto de la entomofauna responde a un "colapso brutal[57]"».

En cuanto a las selvas tropicales, con la caza furtiva y excesiva, «la gran fauna salvaje ha desaparecido», señala Richard Corlett, del Xishuangbanna Tropical Botanical Garden de Menglun (China). Se trata de una realidad observada en la mayoría de las exuberantes selvas tropicales del mundo, en Asia, en África y en América Latina. En Borneo, tras tomar medidas durante 30 años en el Parque de Lambir, el ecólogo Rhett Harrison y su equipo del World Agro-forestry Centre de Kunming (China) han observado de cerca este proceso de «defaunación»: los animales ya no están, no queda nada. «El silencio es ensordecedor», confirma por su parte Carlos Peres, de la Universidad de East Anglia (Gran Bretaña)[58].

Para alcanzar una extinción comparable a la que acabó con los dinosaurios hace 65 millones de años y para que los paleontólogos hablen de una «sexta crisis de extinción masiva», tendrá que haber desaparecido el 75% de las especies de la Tierra. Todavía no hemos llegado a este punto, pero nos acercamos a grandes zancadas[59]. Y sin embargo, la sociedad aún no reconoce la reducción de la biodiversidad como uno de los factores principales del cambio global, a pesar de que tiene tanta importancia como otras «crisis» que movilizan a la comunidad internacional, como el calentamiento global, la contaminación, el agujero de la capa de ozono o la acidificación de los océanos[60].

Pero ahí están las pruebas; las extinciones con efecto dominó tienen consecuencias dramáticas y profundas en la productividad, en la estabilidad y en la sostenibilidad de los ecosistemas del planeta. Si los alteramos o los «simplificamos» (sobre todo con la actividad agrícola industrial), los ecosistemas se vuelven muy vulnerables y colapsan[61]. La idea —muy sencilla, por cierto— es que la diversidad es imprescindible para la estabilidad de los ecosistemas (es el abecé de la ecología científica), y en cambio no parece estar presente en las mentes de las élites políticas y económicas…

La biodiversidad garantiza una agricultura resiliente y productiva, y sobre todo, mantiene las funciones de regulación de los ecosistemas (la calidad del aire, la estabilidad del clima local y global, la absorción de carbono, la fertilidad de los suelos o el reciclaje de residuos), las funciones

de abastecimiento de recursos vitales (agua dulce, leña, sustancias medicinales, etc.), y las funciones culturales (recreativas, estéticas y espirituales). Además, es beneficiosa para la salud humana, pues permite, por ejemplo, controlar la aparición de enfermedades infecciosas[62]. No fue eso lo que sucedió con el virus Ébola en 2014, que se propagó por el oeste africano como efecto —entre otros— de la destrucción de los ecosistemas forestales[63].

¿Y cómo se puede compensar la función de polinización (necesaria para el 75% de las especies cultivadas en agricultura) cuando no hay insectos polinizadores? ¿Con una mano de obra barata que vaya polinizando flor por flor los árboles frutales, como en la región china de Sichuan, donde han desaparecido las abejas[64]? ¿O tal vez con drones? Algunos expertos intentan incluso asignar un valor monetario a los servicios que nos ofrecen los ecosistemas. En 1998, se estimaba en dos veces el PIB mundial[65]. Pero ¿acaso tienen algún significado estas cifras? Está claro que la naturaleza no se puede tratar dentro de la economía. El mundo vivo es una matriz que no se puede reemplazar a escala global por procesos técnicos e industriales (como se ha intentado hacer desde hace tres siglos con escaso éxito).

No cabe duda de que el auge del comercio internacional, y por ende de la expansión de especies invasoras, es una de las principales causas de la reducción de la biodiversidad[66]. Pero no debemos pensar que, en caso de una «desglobalización» o de un colapso de la economía mundial, la biodiversidad mejoraría, sino al contrario[67]. A lo largo del siglo xx, aunque la población mundial se ha cuadruplicado, el ser humano «solamente» ha doblado la cantidad de biomasa que extrae de los ecosistemas. Este «efecto retardado», que ha preservado un buen número de bosques, se debe sencillamente al consumo masivo de energías fósiles[68]. Ante la ausencia de estas, las poblaciones del mundo entero se abalanzarán sobre los bosques en busca —y con urgencia— de algo de caza, de terrenos cultivables y, sobre todo, de leña, como sucedió en Grecia desde el inicio de la crisis económica. La leña se usará probablemente para mantener una fingida actividad industrial, si tenemos en cuenta que «son necesarios unos 50 m^3 de leña para fundir una tonelada de hierro, es decir, un año de producción

sostenible de 10 hectáreas de bosque[69]». Por no hablar de la posibilidad de futuras guerras: se sabe, por ejemplo, que «en el periodo entre 1916 y 1918, cuando los U-boots alemanes interrumpieron las relaciones comerciales de Gran Bretaña, esta se vio obligada a talar casi la mitad de sus bosques comerciales para cubrir las necesidades militares[70]».

A todo lo anterior habría que añadir el impacto del calentamiento global, que, como indican la mayoría de los modelos, tendrá consecuencias «dramáticas» en la biodiversidad, y según los peores escenarios propuestos, hasta podría provocar la famosa sexta extinción masiva[71].

La biodiversidad no es un lujo al que solo los más privilegiados —ricos y cultos, evidentemente— tendrían acceso. Los efectos de la pérdida de la biodiversidad son mucho más graves de lo que podamos imaginar. Reducir el número de especies supone reducir los «servicios» que nos proporcionan los ecosistemas, y por lo tanto, también la capacidad de la biosfera para alojarnos. Tarde o temprano, el proceso continuará con una reducción de la población humana[72], que vendrá acompañada de los patrones históricos de siempre: hambrunas, enfermedades y guerras.

LAS OTRAS FRONTERAS DE LA TIERRA

El clima, la biodiversidad… Por desgracia, hay muchas otras «fronteras». En un estudio decisivo publicado por la revista *Nature* en 2009[73] y actualizado en 2015[74], un equipo de investigación internacional enumera nueve fronteras planetarias que no se deben traspasar bajo ningún concepto, con tal de evitar caer en una zona de peligro para nuestra supervivencia. Entre ellas se encuentran, por supuesto, el cambio climático y la disminución de la biodiversidad (recientemente denominada «integridad de la biosfera»), pero también la acidificación de los océanos, la destrucción del ozono estratosférico, la alteración del ciclo del fósforo y del nitrógeno, la carga de aerosoles atmosféricos, el consumo de agua dulce, los cambios de uso de la tierra y, finalmente, la contaminación química. De estas fronteras, hoy en día se han cuantificado siete, y cuatro ya las hemos traspasado. Las dos primeras, el clima y la biodiversidad, pueden, como ya

hemos visto, acabar con el futuro del ser humano *por sí mismas*. Las otras dos son el cambio de uso del suelo, que se mide por la pérdida de cobertura arbórea, y los grandes ciclos geoquímicos del nitrógeno y del fósforo, que se han alterado de manera irreversible[75]. Las grandes cantidades de estas sustancias expulsadas en el suelo y en el agua por la actividad humana —entre otras, por la agricultura— no son absorbidas lo suficientemente rápido por los ciclos naturales, y contaminan el medioambiente a través de la eutrofización del agua. Las consecuencias son directas: agua no potable, aumento de las poblaciones de cianobacterias tóxicas para los humanos y la ganadería, y destrucción de la fauna acuática por falta de oxígeno en las zonas afectadas[76].

En lo que respecta al agua, los investigadores sitúan en 4.000 km^3/año la frontera de consumo mundial de agua dulce que no se debe traspasar para evitar efectos catastróficos irreversibles, como epidemias, contaminación, reducción de la biodiversidad o colapsos de ecosistemas[77]. Pero las consecuencias más directas de la escasez de agua son las crisis alimentarias, ya que el desarrollo de la irrigación supuso uno de los principales factores del espectacular aumento de la población humana en la Revolución verde. El consumo mundial actual se estima en unos 2.600 km^3/año, pero, según los autores, el margen de maniobra restante se reduce drásticamente con el calentamiento global (desaparición de los glaciares), el aumento demográfico y la actividad agrícola (contaminación y agotamiento rápido de los depósitos subterráneos no renovables de agua dulce[78]). Por tanto, la zona de seguridad que queda para cubrir las necesidades futuras de agua de la humanidad es muy pequeña. Hoy en día, alrededor del 80% de la población mundial está expuesto a riesgos de escasez[79], especialmente en las regiones con mayor densidad de población, como Europa, India o China[80].

La contaminación química, por su parte, también resulta preocupante. Desde hace ya algunos años hay abundantes publicaciones científicas disponibles sobre las consecuencias que los productos químicos de síntesis tienen en la salud humana[81]. Ahora sabemos que la exposición a determinados productos químicos de síntesis durante el periodo

embrionario modifica la expresión de los genes y altera la salud, la morfología y la fisiología de los futuros adultos: descenso de la fertilidad, obesidad, trastornos del comportamiento, etc.[82] Pero, además de los daños de la exposición a altas dosis, existe el problema derivado de la exposición crónica a dosis muy bajas, que potencialmente afecta a casi todas las personas del mundo. En agricultura, cuando se abona, más del 90% de los productos no son absorbidos por las plantas y se quedan en el suelo, donde pueden permanecer varios años, contaminar las aguas y desplazarse hasta zonas no tratadas[83]. Los residuos de insecticidas (hoy en día, principalmente los neonicotinoides) provocan el colapso de poblaciones de insectos, como las abejas[84], pero también de animales vertebrados[85] y, por último, de la fauna salvaje y de la agricultura[86]. La contaminación atmosférica tampoco se queda atrás, como demuestran los episodios de «airepocalipsis» en las ciudades grandes de China… y no hace falta irse tan lejos, pues «el 13 de diciembre de 2013, las calles de París estaban tan contaminadas como un espacio de 20 m^2 ocupado por ocho fumadores. […] Estas partículas ultrafinas, cuyo diámetro es inferior a 0,1 micrómetros (µm), son extremadamente nocivas para la salud humana, porque penetran hasta el fondo de los pulmones, entran en la circulación sanguínea y pueden alcanzar las vesículas del corazón[87]». Este tipo de contaminación supone un problema, ya que causa la muerte de millones de personas (y reduce la esperanza de vida media), pero también afecta a la biodiversidad y al buen funcionamiento de los ecosistemas, así como a las generaciones futuras, que, en caso de un colapso económico, quizá no podrán contar con un sistema sanitario moderno…

Hay muchas «fronteras», y no podemos entrar en detalle con todas. No es el objetivo de este libro. La idea que debemos retener es que estamos atrapados. Poco importa si se trata del clima, de las demás especies, de la contaminación o de la disponibilidad de agua; transgredir cualquiera de estas fronteras afecta gravemente a la salud y la economía de multitud de poblaciones humanas, incluidas las de los países industrializados. Y lo que es peor, la alteración de uno de esos sistemas (por ejemplo, el clima) causa trastornos en los demás (la biodiversidad, los ciclos naturales, la economía,

etc.), que a su vez afectan a otros en un inmenso efecto dominó que nadie puede controlar, *y que nadie ve*. Las fronteras ponen de manifiesto un hecho: paradójicamente, la gran máquina industrial, increíblemente eficaz, se vuelve más vulnerable a medida que crece y gana potencia.

¿QUÉ OCURRE CUANDO SE TRASPASA UN LÍMITE Y NO HAY VUELTA ATRÁS?

Imaginemos un interruptor sobre el que ejercemos una presión cada vez mayor: al principio no se mueve, así que mantenemos y aumentamos la presión, sigue sin moverse, y en un momento dado, ¡clic! Se vuelca hacia un estado completamente distinto al inicial. Justo antes del cambio, notábamos que, bajo la presión, el interruptor cedería, pero no podíamos saber en qué momento exacto sucedería.

Con los ecosistemas ocurre (casi) lo mismo. Durante mucho tiempo, creímos que la naturaleza respondía a las alteraciones de manera gradual y proporcionada. En realidad, los ecosistemas funcionan como los interruptores. Los que sufren alteraciones regulares (caza, pesca, contaminación, sequías, etc.) no muestran de manera inmediata signos de deterioro, sino que pierden progresivamente —y de forma imperceptible— la capacidad de recuperarse (la famosa resiliencia) hasta alcanzar un punto de ruptura (*tipping point*), un umbral invisible a partir del cual el ecosistema colapsa de manera brutal e imprevisible. ¡Clic! En 2001 nació una nueva disciplina: la ciencia de los «cambios catastróficos[88]».

Un lago, por ejemplo, puede pasar muy rápido de un estado translúcido a otro totalmente opaco como consecuencia de una presión de pesca constante. La disminución progresiva del número de peces grandes provoca, en un determinado momento, un efecto dominó en toda la red alimentaria, lo que desemboca en la proliferación repentina y generalizada de microalgas. Ese nuevo estado, muy estable, ya resulta muy difícil de revertir. El problema reside en que nadie había previsto la invasión de algas, y realmente nadie (hasta hace poco) *podía* hacerlo.

Del mismo modo, en los bosques de las regiones semiáridas, basta con pasar de cierto nivel de pérdida de la cobertura vegetal para que los suelos se sequen demasiado y favorezcan la inesperada aparición de un desierto, que impide el crecimiento de cualquier tipo de vegetación[89]. Esto es lo que ocurrió en el Sáhara cuando, hace 5.000 años, la selva se convirtió de repente en un desierto[90], o lo que está pasando ahora en el Amazonas, donde seguramente esté comenzando una transición semejante[91].

En 2008, un equipo de climatólogos identificó catorce «elementos de inflexión climática» susceptibles de pasar por estos puntos de ruptura: el permafrost de Siberia, las corrientes oceánicas atlánticas, la selva amazónica, los casquetes glaciares, etc.[92] Aunque en algunos casos son reversibles —o al menos lo han sido a lo largo de la historia geológica[93]—, cada uno de los elementos tiene la capacidad de acelerar —por su propia cuenta— el cambio climático de manera catastrófica… ¡y también de activar a los demás! Hans Joachim Schellnhuber, fundador del Instituto Potsdam para la Investigación sobre el Impacto del Cambio Climático (PIK, por sus siglas en alemán), señala que «las respuestas del sistema Tierra al cambio climático no parecen ser lineales. Si nos aventuramos más allá de la barrera de seguridad de 2°C más, hacia los 4°C más, el riesgo de traspasar puntos de inflexión aumenta de forma importante».

Este enfoque puede aplicarse a los sistemas agrícolas y a los sistemas humanos, que suponen también puntos de ruptura ecológica, económica o sociocultural: son ejemplos la explotación de la selva seca de Madagascar (cuya destrucción afecta gravemente a la economía local), la producción del queso Fédou en la región de Les Causses (en Francia, basada en un sistema de pastoreo muy frágil) o la aparición de una información «viral» en las redes sociales[94].

La presencia de dichos puntos de inflexión se debe a menudo a la enorme conectividad y a la homogeneidad de los sistemas (ver capítulo 7), asociadas a efectos dominó y a bucles de retroalimentación. De hecho, cualquier sistema complejo vivo (ecosistemas, organismos, sociedades, economías, mercados, etc.) está formado por numerosos bucles de retroalimentación entrelazados que mantienen el sistema estable y

relativamente resiliente. Cuando se acerca un punto de ruptura, una pequeña perturbación, una sola gota de agua basta para que algunos bucles se transformen y sumerjan al conjunto del sistema en un caos imprevisible y, muy a menudo, irreversible. Puede que el sistema muera o que alcance otro estado de equilibrio, más resiliente y estable que el anterior, pero por lo general muy incómodo (para nosotros).

A escala global, el sistema económico mundial y el sistema Tierra son dos sistemas complejos sometidos a las mismas dinámicas no lineales, y que poseen asimismo puntos de inflexión. Muestra de ello son dos estudios recientes; uno analiza los riesgos de una crisis financiera sistémica global, que provocaría un colapso económico grave en un breve lapso de tiempo[95], y el otro plantea la posibilidad de que el «ecosistema global» se aproxime peligrosamente a un punto de inflexión, a partir del cual se volvería imposible la vida en la Tierra para la mayoría de las especies actuales[96]. Se trata del célebre estudio publicado en 2012 en la revista *Nature* por un equipo internacional de veinticuatro investigadores y presentado por los medios (de manera un tanto excesiva) con el titular: «el fin del mundo llega en 2100[97]». Aunque en el pasado ya han ocurrido procesos de inflexión globales de este tipo[98] (como las cinco extinciones masivas, las transiciones a épocas glaciares o el cambio de composición de la atmósfera que precedió a la explosión de la vida del Cámbrico), según los autores estos han sido poco frecuentes, y nada está asegurado respecto a la situación actual debido a la complejificación de la cuestión y a la dificultad de medir todos los parámetros[99]. Sin embargo, reúnen una serie de indicios que demuestran que nosotros, los humanos, somos capaces de alterar de forma radical y veloz el conjunto del sistema Tierra, y que vamos camino de hacerlo.

Esta ciencia, que surge de los cambios catastróficos, se destaca porque cambia completamente la noción de la gravedad de las alteraciones que provoca nuestro modelo de desarrollo industrial. Gracias a ella, sabemos que cada año que pasa, y, por tanto, cada pequeño paso que damos hacia la intensificación de las «crisis», no produce efectos proporcionales y predecibles, sino que aumenta de forma *más que desproporcionada* los riesgos de catástrofes repentinas, imprevisibles e irreversibles.

* N. de la T.: tras la publicación original de este texto, el IPCC ha redactado tres informes especiales, uno en 2018 y dos en 2019, sobre temas específicos y cada vez más alarmantes. El sexto informe está previsto para 2022.

* N. de la T.: más tarde se alcanzó un acuerdo global; sin embargo, con el paso de los años las grandes potencias lo han ido abandonando.

IV

¿ESTÁ BLOQUEADA LA DIRECCIÓN?

¿Sabéis cuál es el origen de la distribución de las letras QWERTY de los teclados que todos usamos? Para encontrar la respuesta hay que remontarse a la época de las antiguas máquinas de escribir, que tenían una cinta entintada que se deslizaba mientras era golpeada por bloques de metal situados al final de unas finas varillas. La disposición de las letras cumple una función muy concreta, ideada por los ingenieros del momento: mantener el ritmo de las varillas lo más constante posible para evitar que se enreden entre sí. De esta forma, las letras más comunes en nuestro idioma (la «a», la «s», la «p» o la «m») se asignaron a los dedos más «débiles» para homogeneizar el ritmo del tecleo[1].

Hoy en día, los teclados de ordenador planos ya no requieren tal precaución. Por eso, los ingenieros inventaron un nuevo tipo de teclado mucho más eficaz y rápido que el QWERTY: el DVORAK. Pero ¿quién usa un teclado DVORAK? Nadie. Así, nos encontramos en la absurda situación de que las viejas máquinas de escribir han desaparecido, pero todo el mundo sigue utilizando el sistema técnico antiguo que las acompañaba, y que ya no resulta tan práctico en nuestra época.

En un ámbito completamente distinto, en la actualidad está probado que algunos sistemas de agricultura alternativa, como la agroecología, la permacultura o la agricultura biointensiva[2], pueden generar —con mucha menos energía— unos rendimientos por hectárea similares o incluso superiores a los de la agricultura industrial, en superficies pequeñas, y al mismo tiempo reconstruir los suelos y los ecosistemas, disminuir el impacto en el clima y reestructurar las comunidades rurales[3]. El Grupo de Agricultura Orgánica (GAO) de Cuba recibió en 1999 el Premio Right Livelihood (conocido como el Premio Nobel Alternativo) por haber

demostrado esto de manera concreta y a gran escala[4]. Ahora, la agroecología está reconocida y es promovida por la ONU[5] y la FAO[6]. Entonces, ¿por qué no terminan de despegar estas alternativas eficaces y creíbles? ¿Por qué seguimos siendo «prisioneros» de la agricultura industrial?

La respuesta se halla en la propia estructura de nuestro sistema de innovación. En realidad, cuando aparece una nueva tecnología más eficaz, no se impone automáticamente. ¡En absoluto! A veces es muy complicado cambiar de sistema por un fenómeno que historiadores y sociólogos conocen como «bloqueo sociotécnico» (*lock in*).

Paramos en la estación de servicio para llenar el depósito porque *en un determinado momento* nuestros antepasados (algunos de ellos) decidieron generalizar el uso del motor térmico, del vehículo y del petróleo. Estamos limitados por las elecciones tecnológicas de nuestros antepasados. Por tanto, las trayectorias tecnológicas actuales están en gran parte determinadas por nuestro pasado y, muy a menudo, las innovaciones tecnológicas solo tratan de resolver los problemas de las anteriores. Esta evolución de «dependencia del camino» (*path dependant*) puede conducir, de múltiples formas, a «callejones tecnológicos sin salida», que nos restringen a elecciones cada vez más contraproducentes.

CÓMO SE BLOQUEA UN SISTEMA

Tomemos ahora como ejemplo el sistema eléctrico y el transporte automovilístico[7]. En el primer caso, cuando se instalan una o más centrales eléctricas térmicas en una zona, se pone en marcha un ciclo de autorefuerzo. El Gobierno, mediante incentivos económicos o legislación favorable, perpetúa el sistema de producción eléctrica al permitir a los inversores desarrollar y, por ende, prever la creación de las siguientes centrales, más eficaces. El crecimiento de este sistema técnico genera poco a poco una economía de escala y una bajada de los costes que, a su vez, aumentan la disponibilidad del sistema para un mayor número de usuarios. Así es como entra el sistema eléctrico en las costumbres de los

consumidores, y el precio de la electricidad, ya asequible, favorece no solo su expansión sino también un mayor consumo de energía. Más tarde, este sistema sociotécnico se generaliza y da lugar a multitud de innovaciones secundarias que lo mejoran y consolidan. Al final, la demanda aumenta y el Gobierno toma medidas que favorecen su expansión, y así sucesivamente… de forma que se multiplica el predominio del sistema eléctrico. El bloqueo aparece cuando los nuevos nichos técnicos, como pueden ser sistemas energéticos alternativos más eficaces, no consiguen emerger *por culpa* del sistema energético dominante, que no deja espacio para la diversidad.

Con el transporte automovilístico tiene lugar un ciclo semejante. Al promover la densificación de la infraestructura vial, los Gobiernos intensifican el uso que ya hacen los conductores de las carreteras (porque siempre pueden ir más lejos y más deprisa) y permiten que nuevos usuarios se beneficien de dichas infraestructuras. El uso creciente del sistema de carreteras favorece la inversión y las ayudas públicas. Los ingresos de los impuestos crecen de manera vertiginosa y facilitan así la expansión del sistema, e incluso la desaparición de los demás sistemas de transporte más eficaces, como en el caso de Estados Unidos con la destrucción del sistema de tranvías a principios del siglo xx por General Motors, Standard Oil y Firestone con ayuda del Gobierno[8].

El aspecto autorreferencial de este proceso es fundamental. Cuanto más se refuerza el sistema dominante, mayores medios posee para conservar ese lugar de dominación. Este último fagocita el conjunto de los recursos disponibles e impide «mecánicamente» el desarrollo de alternativas, y precisamente al inicio de las innovaciones es cuando estas necesitan mayor apoyo e inversión. En otras palabras, los «pequeños brotes» no pueden hacerle la competencia al gran árbol que les hace sombra. Lo dramático es que como se obstaculiza el desarrollo de pequeños sistemas secundarios, se nos priva de soluciones en potencia para el futuro.

Los mecanismos de bloqueo son numerosos y muy diversos. Por un lado, están los aspectos puramente técnicos. Por ejemplo, un sistema dominante puede elegir la compatibilidad (o incompatibilidad) entre los

objetos introducidos en el mercado por pequeños competidores emergentes, como sucede a menudo en el ámbito informático.

Por otro lado, existen aspectos psicológicos. Por ejemplo, un equipo de investigación de la Universidad de Indiana, en Estados Unidos, demostró que las inversiones dedicadas a la creación de tecnologías innovadoras dependían más de las trayectorias del pasado que de los deseos para el futuro[9]. Los inversores no son tan temerarios como creemos: se suelen decantar por invertir en aquello que ya funciona y que los ingenieros pueden mejorar frente a un sistema desconocido que todavía no ha demostrado su eficacia. Por cierto, esto explicaría por qué nos cuesta tanto probar nuevos sistemas políticos realmente innovadores… En la misma línea, un factor de bloqueo psicológico muy importante está relacionado con la inercia de los comportamientos individuales, con la reticencia al cambio de los individuos. Cuando se implanta un sistema, crea costumbres de las que nos cuesta mucho deshacernos: las bolsas de plástico del supermercado, la alta velocidad en las autopistas, etc.

También hay mecanismos institucionales, como los marcos legales y reglamentarios, que impiden el desarrollo de nuevos «nichos sociotécnicos», como la regulación de los pesticidas agrícolas, que bloquea el surgimiento de los preparados naturales, o las leyes sobre las semillas, que sofocan la innovación por parte de los productores de semillas rurales. Hay que tener en cuenta también las dificultades que tienen los Gobiernos para renunciar a grandes programas de subvenciones. A nivel mundial, por ejemplo, el total de las subvenciones destinadas a las energías fósiles ascendía a 550.000 millones de dólares en 2013 (frente a 120.000 millones para las energías renovables)[10]. La inercia institucional de un sistema también se refleja en la construcción de grandes proyectos ecológicamente destructivos y económicamente inútiles, o en inversiones masivas que se basan en decisiones tomadas en una época en que las condiciones (económicas, sociales o medioambientales) no eran las mismas que hoy en día. Por último, otro mecanismo institucional de bloqueo es sencillamente la existencia de infraestructuras muy pesadas ligadas a una fuente de energía. De hecho, el reciclaje de las centrales nucleares o de las refinerías

de petróleo ¡no es ninguna tarea fácil! Cambiar de tipo de energía supone renunciar a todo aquello en lo que han invertido y que han construido las instituciones en el pasado, que todavía tiene consecuencias económicas y sociales en el presente y en el futuro. En psicología social este mecanismo se conoce como «trampa abstrusa»[11], y designa la tendencia de los individuos a perpetuar una acción incluso después de que esta se haya vuelto irracionalmente costosa o impida alcanzar los objetivos. Aplicada a la vida amorosa, por ejemplo, sería la tendencia a permanecer con una pareja a quien ya no se quiere, porque «no hemos estado juntos todos estos años para nada»…

Algunos se preguntarán si la razón de ser de una institución no es precisamente *conservar* un patrimonio acumulado, una trayectoria sociotécnica, un cierto orden social. Así es, pero el problema radica en que las instituciones dedicadas a la innovación (investigación pública y privada) son las mismas que están acaparadas por el sistema sociotécnico dominante. En el ámbito de las ciencias agrícolas, por ejemplo, un doctorando en agroecología se encontrará hoy en día con muchísimos más obstáculos y menos presupuesto que un doctorando en agroquímica o en ingeniería genética[12]. Sin mencionar que tendrá mayores dificultades para publicar en revistas científicas «prestigiosas» y, por tanto, menores oportunidades de desarrollar su carrera de investigación. Jean Gadrey, profesor de Economía de la Universidad de Lille, se rebela: «Confiad, pues, [la agricultura del futuro] a una academia de los “mejores expertos” del INRA (Instituto Nacional para la Investigación Agronómica, INRA por sus siglas en francés), donde, de 9.000 puestos, ¡solo hay 35 con una equivalencia temporal total en las investigaciones dedicadas a la agricultura biológica[13]!».

Los mecanismos de bloqueo también se hallan en los principios de acción colectiva. Por ejemplo, los ciudadanos que se implican en la lucha contra el calentamiento global y en la construcción de un mundo «poscarbono» ascienden a decenas de millones (se observa en las campañas de sensibilización, en las manifestaciones, en las peticiones y en los debates), pero están dispersos y poco coordinados (por no hablar de que,

como todos, utilizan energías fósiles para vivir). Por el contrario, las personas comprometidas con la producción de energía a partir de combustibles fósiles son muchas menos. El grupo Total, por poner un ejemplo, cuenta con 100.000 «colaboradores» (de los cuales muchos seguramente estarán convencidos de que hay que luchar contra el calentamiento global), mucho mejor organizados y que disponen de fondos considerables (22.400 millones de euros de inversiones brutas en 2013). En resumen, un sistema técnico establecido se las arregla para resistir al cambio.

De todas formas, no seamos ingenuos, el bloqueo no es solo «mecánico», sino el resultado de intensas campañas de presión. En Francia, por ejemplo, para poder «evacuar» la producción nuclear de electricidad (que es muy difícil de almacenar), algunos empresarios proponen instalar un calentador eléctrico en las nuevas construcciones, lo que supone una aberración termodinámica (pues la electricidad es una energía «noble», y puede tener muchos más usos además del de producir calor). Estas campañas pueden llegar a salir del marco legal. En 1968, General Electric ponía en marcha un marketing agresivo para imponer ese mismo tipo de calefacción a los promotores inmobiliarios, «y llegó al punto de amenazarlos con no conectar eléctricamente sus urbanizaciones si sugerían otras fuentes de energía[14]». El desarrollo de la energía solar en Estados Unidos estos últimos años ha sido reprimido pese a que constituye una solución técnica mejor. De la misma manera, para volcar al mundo rural en el sistema de pesticidas (la famosa «Revolución verde»), las compañías agroquímicas emplearon una energía considerable y gastaron inmensas cantidades de dinero[15], como demuestran las imágenes de entomólogos ¡que llegaron incluso a beber DDT delante de los escépticos para probar que no era tóxico[16]!

No obstante —y estos últimos ejemplos dan fe de ello—, algunos bloqueos acaban desapareciendo tarde o temprano. En realidad, en muchas ocasiones simplemente retrasan las transiciones[17]. El problema en la actualidad es que ya no nos podemos permitir esperar y los bloqueos son desmesurados.

UN PROBLEMA DE GRAN ENVERGADURA

El problema se agrava por el hecho de que la globalización, la interconexión y la homogenización de la economía han endurecido aún más el bloqueo, al incrementar de forma exagerada el poder de los sistemas ya establecidos. Según la tesis del arqueólogo Joseph Tainter, esta tendencia aparentemente inevitable de las sociedades a encaminarse hacia mayores niveles de complejidad, de especialización y de control sociopolítico constituye una de las principales causas de colapso en las sociedades[18]. En efecto, con el tiempo las sociedades se orientan poco a poco hacia recursos naturales cada vez más caros, por la dificultad de explotarlos (los de más fácil acceso se agotaron primero), con lo que se reducen sus beneficios energéticos, al mismo tiempo que incrementan la burocracia, los gastos de control social interior y los presupuestos militares con el mero objetivo de mantener el *statu quo*. El metabolismo de la sociedad, bloqueado por toda esa complejidad, llega a un umbral de rendimientos decrecientes, lo que vuelve a la sociedad cada vez más vulnerable al colapso.

Al globalizarse, nuestra sociedad industrial alcanzó niveles extremos de complejidad, y, como hemos observado, entra ahora en una fase de rendimientos decrecientes. Pero lo más grave es que ha intensificado de forma peligrosa sus bloqueos sociotécnicos. Una vez que un sistema se ha implantado en una zona o país, se vuelve muy competitivo desde el punto de vista económico, técnicamente eficaz, y se extiende a otros países por efecto de propagación. A partir de entonces, la eficacia de los sistemas establecidos dificulta la salida de ese paradigma, especialmente si se impone una competición entre todos los países. Este «*global lock-in*[19]» puede representarse con tres ejemplos: el sistema financiero, el sistema energético basado en el carbono y el crecimiento económico.

En los últimos años, las finanzas se han concentrado en un reducido número de inmensas instituciones financieras[20]. En Gran Bretaña, por ejemplo, la cuota de mercado de los tres bancos principales pasó de un 50% en 1997 a casi un 80% en 2008. Dicho fenómeno de concentración obligó a los Estados a ofrecer garantías bancarias implícitas, lo que deterioró la

disciplina del mercado e incentivó a los bancos a tomar excesivos riesgos; además, las relaciones entre las instituciones y los Gobiernos se hicieron «muy estrechas»… Así es como algunas instituciones financieras y multinacionales[21] se han vuelto «*too big to fail*» (demasiado grandes como para quebrar) o «*too big to jail*» (demasiado grandes como para ir a la cárcel).

La historia del carbono, y del complejo tecnoindustrial ligado a este, probablemente sea la del mayor bloqueo de todos los tiempos. «Las "condiciones iniciales", la abundancia de carbón y de petróleo, así como las decisiones políticas que impulsaban más un tipo de energía que otro, [han determinado] las trayectorias tecnológicas a muy largo plazo[22]». Hoy en día, si quitamos el petróleo, el gas y el carbón, no queda gran cosa de nuestra civilización termoindustrial. Casi todo lo que conocemos depende de esos tres elementos: los transportes, la alimentación, la ropa, la calefacción, etc. El poder económico y político de las principales empresas de petróleo y de gas es desproporcionado, hasta el punto de que solo 90 compañías mundiales han sido responsables del 63% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero desde 1751[23]. Y lo peor es que los partidarios de la transición energética (hacia las renovables) necesitan esa potencia térmica para construir un sistema energético alternativo. La paradoja es casi graciosa: para tener esperanzas de sobrevivir, nuestra civilización debe luchar contra las fuentes de su poder y su estabilidad, es decir, ¡tirar piedras sobre su propio tejado! Cuando la supervivencia de la civilización depende por completo de un sistema técnico dominante, se trata del bloqueo final.

El bloqueo asociado al crecimiento sigue la misma lógica. La estabilidad del «sistema deuda» se apoya totalmente en el crecimiento: el sistema económico mundial no puede renunciar a él si pretende seguir funcionando. Eso significa que necesitamos el crecimiento para continuar reembolsando los préstamos, pagando las pensiones o incluso para evitar el aumento del desempleo[24]. De hecho, ninguna de nuestras instituciones se adapta a un mundo sin crecimiento, pues han sido concebidas *por y para* el crecimiento. Que alguien intente ralentizar un cohete en plena ascensión,

que descienda y que aterrice suavemente… Si carecemos de crecimiento durante una temporada demasiado larga, el sistema económico implosionará bajo montañas de deudas que jamás serán pagadas. Pero, como ocurre con el carbono, para que el sistema económico pueda transformarse con docilidad y agilidad, necesita funcionar de manera óptima, esto es, ¡con un fuerte crecimiento! He aquí otra paradoja: es complicado plantear una contracción *controlada* del sistema económico global. Y la conclusión: lo que más necesita para desplegarse rápidamente es un fuerte crecimiento económico.

El poder y la omnipresencia de los bloqueos sociotécnicos han dejado a las personas que dependen de ellos —¡nosotros!— extremadamente heterónomas, es decir, desprovistas de la capacidad de desconectarse o tratar de encontrar algún resquicio de autonomía. El mundo político, por su parte, estructuralmente orientado a las decisiones a corto plazo, tampoco tiene demasiada libertad. El propio Barack Obama lo admite: «Creo que el pueblo estadounidense ha estado siempre, y sigue estando, tan concentrado en nuestra economía, los puestos de trabajo y el crecimiento económico que, si en algún lado el mensaje es ignorar los puestos de trabajo y el crecimiento sencillamente para tratar la cuestión climática, no creo que nadie emprenda ese camino. Yo no lo haría[25]».

A lo largo de la historia hemos creado (sobre todo nuestros antepasados) sistemas gigantescos y monstruosos que se han convertido en elementos imprescindibles para el mantenimiento de las condiciones de vida de millones de personas. No solo impiden cualquier transición, sino que además no pueden permitirse que los toquemos porque podrían venirse abajo. Dado que el sistema es autorreferencial, resulta evidente que no encontraremos ninguna solución *en el interior* del sistema dominante. Por eso, hay que cultivar las innovaciones en los márgenes. Ese es el objetivo de la transición. Pero ¿queda todavía algún margen?

En resumen, hemos ascendido muy rápido en la escalera del progreso técnico y de la complejificación, en lo que podría considerarse una huida hacia delante que se mantiene en el tiempo. Hoy en día, cuando la altura de la escalera del progreso da cierto vértigo, muchas personas se dan cuenta —

con pavor— de que los peldaños inferiores de la escalera han desaparecido, y de que la subida continúa invariablemente, sin que puedan evitarlo. Detener ese movimiento ascendente y descender tranquilamente para encontrar un modo de vida más sencillo, en tierra firme, ya no es posible… a menos que saltemos de la escalera, con el consecuente golpe para quien lo haga, o que nos enfrentamos a un choque sistémico de gran envergadura si muchas personas saltan de la escalera a la vez[26]. Los que entienden esta idea viven con una preocupación: cuanto más dure la subida, más dolorosa será la caída.

V
ATRAPADOS EN UN VEHÍCULO CADA VEZ MÁS FRÁGIL

Cientos de miles de pernos, tuercas y remaches de diferentes tamaños, decenas de miles de piezas metálicas para los motores y la carrocería, piezas de goma, de plástico, de fibra de carbono, polímeros termoestables, tejidos, cristal, microprocesadores… En total, hacen falta seis millones de piezas para construir un Boeing 747. Para ensamblar los aviones, Boeing recurre a cerca de 6.500 proveedores de más de cien países y realiza unas 360.000 transacciones comerciales cada mes[1]. Esa es la increíble complejidad que caracteriza nuestro mundo moderno.

En un periodo de cincuenta años, hemos asistido a la interconexión global de la mayoría de las regiones del planeta. La información, las finanzas, el comercio y sus cadenas de abastecimiento, el turismo, así como las infraestructuras que sostienen esos flujos, son sistemas que han quedado estrechamente conectados.

Para Yaneer Bar-Yam, físico especialista en ciencia de sistemas y director del New England Complex Systems Institute de Cambridge (Estados Unidos), «una sociedad en red se comporta como un organismo multicelular[2]»: la mayoría de los órganos son vitales, no se puede amputar una parte sin que el organismo entre en peligro de muerte. El descubrimiento de este investigador es que cuanto más complejos sean los sistemas, más vital se vuelve cada órgano para el conjunto del organismo. A escala mundial, pues, todos los sectores y todas las regiones de nuestra civilización globalizada son ya interdependientes, hasta el punto de que ninguno puede sufrir un colapso sin provocar una inestabilidad en el conjunto del metaorganismo. Es decir, nuestras condiciones de vida *en este momento y en este lugar concreto* dependen de lo que haya ocurrido

recientemente en diferentes puntos de la Tierra, de lo que se infiere que, como indica el propio Bar-Yam, «la civilización [industrial] es muy vulnerable[3]».

Existen tres grandes categorías de riesgos que amenazan la estabilidad de un sistema complejo: los efectos de umbrales (fenómenos de «todo o nada»), los efectos dominó («de contagio») y la incapacidad del sistema para volver a un estado de equilibrio tras un choque (fenómeno de histéresis)[4]. Como ya hemos visto, estos riesgos están muy presentes en los sistemas naturales de los que dependemos, pero también se encuentran en nuestros propios sistemas, como observaremos en el caso de las finanzas, las cadenas de abastecimiento y las infraestructuras físicas que forman nuestras sociedades.

LAS FINANZAS, CON PIES DE BARRO

Ya hemos comentado que el sistema financiero internacional se ha convertido en una compleja red de deudas y obligaciones que conecta los balances contables de un gran número de intermediarios[5]. Dicha complejificación se puede medir desde la perspectiva de la creciente masa de regularizaciones que se han tenido que poner en marcha para gestionar este sistema. Sirven de ejemplo los acuerdos de Basilea, orientados a garantizar un nivel mínimo de recursos propios para asegurar la solidez financiera de los bancos, que contenían treinta páginas en 1988 (Basilea I), 347 en 2004 (Basilea II) y 616 en 2010 (Basilea III). Los documentos necesarios para la implementación de dichos acuerdos entre los países firmantes, en el caso de Estados Unidos, sumaban 18 páginas en 1998, ¡y unas 30.000 páginas en la actualidad[6]!

El sistema también ha ganado en velocidad y sofisticación. Gracias al comercio de alta frecuencia, las órdenes de compra y venta pueden realizarse automáticamente a una velocidad de millonésimas de segundo con ordenadores cada vez más potentes[7]. Los operadores, a su vez, han innovado con nuevos productos financieros, los derivados de crédito (CDS y CDO), cuyo volumen se ha disparado, literalmente hablando. Según los

datos del Banco de Pagos Internacionales (BPI), el mercado de los productos derivados alcanzaba los 710 billones en diciembre de 2013[8], aproximadamente diez veces el PIB mundial.

El problema radica en que la concentración de actores, la complejificación y velocidad del sistema financiero y la creciente separación entre las normativas y las «innovaciones» de los corredores de bolsa, han provocado que el sistema financiero sea muy frágil[9]. Así, los choques pueden extenderse muy rápido por toda la red[10]. Al mismo tiempo, la propia complejificación puede originar una crisis: cuando las condiciones económicas se deterioran (quiebra de clientes o reducción del valor bursátil de los activos que poseen), los bancos se encuentran con tantas dificultades para evaluar el conjunto de las conexiones que mantienen con los demás bancos, que se instala un sentimiento de desconfianza generalizada que provoca una catastrófica venta de liquidación (*fire sales*) y culmina en una congelación de las transacciones[11]. Es lo que sucedió en 2008.

Y lo que es más grave, para evitar un colapso económico tras la última crisis, los Gobiernos tomaron medidas «no convencionales». Los bancos centrales, presas del pánico ante la envergadura de la crisis, procedieron a una expansión cuantitativa, el equivalente moderno de la creación monetaria. Compraron letras del Tesoro (lo que equivale a prestarle al Estado) y otros títulos financieros, lo que permitió activar la circulación de dinero en los mercados y así evitar una paralización total del sector. De esta forma, el balance contable combinado de los principales bancos centrales del mundo (estadounidense, europeo, chino, británico y japonés) pasó de 7 billones antes de la crisis a más de 14 billones hoy en día[12]. Todo ese dinero no representa ningún valor tangible. Y la tendencia no muestra ningún signo real de estancamiento: el banco central japonés, por ejemplo, decidió hace poco acelerar su política de recuperación de letras del Tesoro a una cantidad de 734.000 millones de dólares al año[13]. Esta estrategia, orientada a combatir la espiral deflacionista en curso, se asemeja cada vez más a una «guerra de monedas» donde los países responden entre sí a las políticas monetarias de sus «adversarios» devaluando sus propias monedas para beneficiar a las industrias, las exportaciones y, por lo tanto, la tasa de

empleo. Pero, de acuerdo con Keynes, «no hay manera más segura de subvertir la base existente que corromper la moneda. El proceso reúne todas las fuerzas ocultas de la ley económica hacia la destrucción, y lo hace de un modo que ni un solo individuo en un millón es capaz de percibirlo[14]».

El problema es que las crisis bancarias y monetarias no se limitan únicamente al sector financiero; afectan a toda la actividad económica al destruir la cohesión social y la confianza de los consumidores. Las economías caen en recesión, hecho que a su vez agrava el déficit de los Estados. La deuda pública de la zona euro, por ejemplo, aumentó en más de 3 billones de euros (+50%) en un periodo de seis años y después se estableció en un total de 9 billones de euros, un 90% de su PIB[15]. Aunque algunos aseguran hoy en día que la actividad económica se pudo estabilizar gracias a este enorme esfuerzo, en los países no ha bajado el desempleo ni se han disuelto las tensiones sociales. Más bien al contrario…

LAS CADENAS DE ABASTECIMIENTO, AL FILO DE LA NAVAJA

Durante las últimas décadas, la economía real también se ha interconectado en gran medida gracias a la puesta en marcha de una gigantesca red de cadenas de abastecimiento que facilita la circulación continua de bienes y servicios, desde los productores hasta los consumidores. Actualmente, las empresas funcionan «al estilo internacional»: para maximizar los beneficios, deslocalizan y subcontratan todo lo que pueden. Las nuevas prácticas de gestión se centran en la eficacia (la búsqueda de los «costes ocultos») y favorecen los abastecimientos con tiempo ajustado para evitar los altos gastos asociados al almacenamiento. Las últimas reservas de subsistencia de petróleo y de alimentación que aún poseen los Estados solo sirven para mantenerse unos días, o como mucho unas semanas. En el caso del petróleo, por ejemplo, Francia tiene la obligación de almacenar un mínimo de noventa días de importación neta[16].

Al aumentar la longitud y la conexión de las cadenas de abastecimiento y reducir los almacenamientos a cero, el sistema económico global ha ganado de eficacia lo que ha perdido de resiliencia. Al igual que en el

mundo financiero, la menor perturbación puede provocar daños considerables y propagarse como un reguero de pólvora por toda la economía. Así lo demuestran las inundaciones de 2011 en Tailandia. Tras fuertes lluvias y cuatro tormentas tropicales intensas, muchas empresas tailandesas, desde las dedicadas a la agricultura hasta las que fabricaban ordenadores y chips electrónicos, se vieron afectadas por las inundaciones. En ese gran país exportador de arroz, la producción anual disminuyó un 20%; la producción mundial de discos duros cayó un 28%, lo que disparó los precios; la producción de ordenadores y de cámaras digitales de fotos y vídeo se detuvo. La subida de las aguas también destrozó las fábricas de Honda, Nissan y Toyota, que tuvieron que cesar la producción. El Foro Económico Mundial señalaba en 2012 que todo se debía a «las cadenas de abastecimiento eficaces que no permiten hacer frente a catástrofes naturales[17]».

Las potenciales fuentes de perturbación de las cadenas de abastecimiento pueden ser de origen natural (terremotos, tsunamis, huracanes, etc.), pero también de origen humano mediante errores administrativos o actos terroristas. En enero de 2012, la estrategia nacional de la Casa Blanca para la seguridad de las cadenas de abastecimiento consideraba la posibilidad de que redes criminales y terroristas «trataran de explotar el sistema o utilizarlo como medio de ataque[18]». Ya en 2004, Tommy Thompson, Secretario de Salud estadounidense, declaraba: «No entiendo por qué los terroristas no han atacado nuestro sistema de abastecimiento de alimentos; es muy fácil hacerlo[19]». El año siguiente, un equipo de la Universidad de Stanford, en California, demostró que la contaminación por toxina botulínica producida por un único silo de 200.000 litros de leche en Estados Unidos podría causar la muerte de 250.000 personas antes de que se descubriese el origen de la contaminación[20].

Algunos investigadores han descrito cómo contribuyeron las cadenas de abastecimiento globalizadas al colapso del comercio mundial durante la crisis de 2008[21]. Otros han desarrollado modelos macroeconómicos en un intento de comprender los mecanismos de contagio[22]. Estos últimos descubrieron que, al igual que en el sistema financiero global, los contagios

en las redes de abastecimiento son comparables a los efectos dominó de las cadenas tróficas (que ya tratamos en el capítulo sobre la biodiversidad)[23]. Un choque, como podría ser la insolvencia de un proveedor, se propaga primero vertical y después horizontalmente, desestabilizando a la competencia. Para colmo, las cadenas de abastecimiento son tan frágiles que dependen de la buena salud del sistema financiero que ofrece las líneas de crédito imprescindibles para cualquier actividad económica.

LAS INFRAESTRUCTURAS SIN ALIENTO

Vayamos un poco más lejos. Las redes de abastecimiento y los sistemas financieros funcionan sobre una base física: las redes de infraestructuras, que también se hacen cada vez más sofisticadas e interconectadas. Se trata de las redes de transporte por carreteras, marítimo, aéreo o de ferrocarril, así como de las redes eléctricas y las telecomunicaciones (incluido internet).

Las infraestructuras físicas constituyen los grandes pilares de nuestra sociedad, y (¡sorpresa!) también están sujetas a los graves riesgos de vulnerabilidad sistémica. Por ejemplo, todas las transacciones bancarias mundiales pasan por un pequeño organismo llamado SWIFT (el famoso código BIC), que posee solo tres centros de datos, uno en Estados Unidos, otro en Países Bajos y otro en Suiza. Proporciona servicios de mensajería estandarizada de transferencia interbancaria e interfaces a más de 10.500 instituciones de más de 225 países, con una cantidad total de transacciones diarias de billones de dólares[24]. Si por un motivo u otro, como actos terroristas o ciberataques, alguien toca esos centros neurálgicos, las consecuencias podrían ser dramáticas para toda la economía.

Las redes de transporte también son potenciales vectores de inestabilidad. Por ejemplo, la erupción del volcán islandés Eyjafjallajökull en 2010 obligó a los transportadores aéreos a suspender el tráfico durante seis días consecutivos, cosa que afectó de forma importante al comercio mundial. Entre las consecuencias de la erupción podemos encontrar tanto pérdidas de empleo en Kenia como cancelaciones de operaciones

quirúrgicas en Irlanda, o la detención de tres líneas de producción de BMW en Alemania[25].

En el año 2000, tras la subida del precio del diésel, 150 camioneros en huelga bloquearon los grandes depósitos de combustible de Gran Bretaña. En solo cuatro días de huelga, la mayor parte de las refinerías habían cesado la actividad, lo que forzó la toma de medidas por parte del Gobierno para proteger las reservas restantes. El día siguiente, la gente se lanzó a los supermercados y a las tiendas de comestibles para comprar y almacenar comida. Un día después, el 90% de las gasolineras estaban fuera de servicio y el sistema sanitario público (NHS) empezó a anular las operaciones quirúrgicas no esenciales. Los envíos postales de Royal Mail pararon y los colegios cerraron sus puertas en muchas ciudades y pueblos. Los grandes supermercados, como Tesco o Sainsbury's, introdujeron un sistema de racionamiento y el Gobierno recurrió al ejército para escoltar a los convoyes de bienes de primera necesidad. Los camioneros terminaron poniendo fin a la huelga ante la presión de la opinión pública[26]. Según Alan McKinnon, autor de un análisis de este fenómeno y profesor de Logística en la Universidad de Heriot-Watt, en Edimburgo, si algo así volviera a producirse, «tras una semana, el país se vería inmerso en una profunda crisis económica y social. Harían falta semanas para que la mayoría de los sistemas de producción y de distribución se recuperasen. Algunas empresas no se recuperarían nunca[27]». Un informe de la asociación estadounidense de transporte por carretera[28], que comparte estas inquietudes, ilustra sus investigaciones con una descripción cronológica de los efectos dominó que podrían desencadenarse (ver el siguiente cuadro).

Las refinerías proporcionan el combustible necesario para el transporte por carretera, pero también a los trenes que abastecen de carbón a las principales centrales eléctricas. Ahora bien, estas —que producen el 30% de la electricidad en Gran Bretaña, el 50% en Estados Unidos y el 85% en Australia— tienen de media veinte días de reservas de carbón[29]. Pero sin electricidad, ¡es imposible poner en funcionamiento las minas de carbón ni los oleoductos! Y es también imposible mantener los sistemas de

distribución de agua corriente, las cadenas de refrigeración, los sistemas de comunicación, los centros informáticos y bancarios…

Cuando los camiones se paran,
Estados Unidos se para

Cronología del deterioro de los principales sectores de actividad tras el cese de transporte en camión

Durante las primeras 24 horas:

- La entrega de suministros médicos se detendrá en la zona afectada.
- Los hospitales se quedarán sin materiales básicos como jeringuillas y catéteres.
- En las estaciones de servicio empezará a agotarse el combustible.
- Las fábricas que funcionan con abastecimiento a corto plazo tendrán escasez de piezas.
- El correo postal y los demás servicios de paquetería pararán.

Tras un día

- Comenzará la escasez alimentaria.
- El combustible ya no será de fácil acceso, con lo cual se dispararán los precios y crecerán las colas de espera en las estaciones de servicio.
- Sin las piezas necesarias en las fábricas y sin los camiones para entregar los productos, las líneas de montaje se detendrán, lo que dejará en paro técnico a miles de trabajadores.

Tras dos o tres días

- Se agravará la escasez alimentaria, sobre todo si los consumidores entran en pánico y acumulan reservas.
- Los productos básicos, como el agua embotellada, la leche en polvo y la carne en conserva, desaparecerán de las grandes superficies.

- Los cajeros automáticos se quedarán sin billetes y los bancos no podrán gestionar algunas transacciones.
- Las estaciones de servicio se quedarán sin combustible.
- La basura se acumulará en las zonas urbanas y suburbanas.
- Los portacontenedores se inmovilizarán en los puertos y el transporte ferroviario se verá alterado hasta llegar a paralizarse.

Tras una semana

- Los trayectos en vehículos cesarán por la falta de combustible. Sin vehículos ni autobuses, muchas personas no podrán desplazarse hasta su lugar de trabajo o al supermercado ni acceder a centros sanitarios.
- En los hospitales empezarán a agotarse las reservas de oxígeno.

Tras dos semanas

- Comenzará a escasear el agua potable.

Tras cuatro semanas

- El país habrá agotado su agua potable y solo se podrá beber agua previamente hervida. Como consecuencia, aumentarán las enfermedades gastrointestinales, que añadirán aún más presión a un sistema sanitario ya debilitado.

Un estudio reciente llevado a cabo por investigadores de la Universidad de Auckland enumeró alrededor de cincuenta apagones eléctricos que han afectado a 26 países en la última década[30]. Los autores señalan que estas averías se deben a la fragilidad de las redes no adaptadas a la intermitencia de las energías renovables, a la disminución de las energías fósiles y a los fenómenos meteorológicos extremos. Sus consecuencias son las mismas en todas partes: racionamiento de la electricidad, problemas financieros y económicos, riesgos para la seguridad alimentaria, mal funcionamiento de los transportes, paralización de las plantas de tratamiento de aguas

residuales y de antenas GSM e incremento de la criminalidad y de los conflictos sociales.

Además, muchas redes de transporte, de electricidad y de distribución de agua en los países de la OCDE tienen más de cincuenta años de antigüedad (en algunos casos, más de un siglo) y operan ya por encima de su capacidad máxima[31]. Desde la crisis económica de 2008, no resulta extraño que los Gobiernos retrasen o congelen las inversiones necesarias para su mantenimiento o para la construcción de nuevas redes, con lo que aumenta la vulnerabilidad del sistema de infraestructuras. En Estados Unidos, por ejemplo, 70.000 puentes (uno de cada nueve) se consideran estructuralmente deficientes, y un 32% de las carreteras se encuentran en mal estado[32]. A propósito de esto, Ray LaHood, ex Secretario de Transportes durante la presidencia de Obama, afirmaba: «Nuestras infraestructuras se alimentan actualmente con gotero. […] Se deterioran porque no hemos sido conscientes de las inversiones que requerirían y ahora no tenemos suficiente dinero [para realizarlas][33]».

La lección que se aprende de todos estos casos es sencilla: cuanto más elevado sea el nivel de interdependencia de las infraestructuras, mayor será la probabilidad de que pequeñas alteraciones tengan consecuencias importantes para toda una ciudad o un país.

¿CUÁL SERÁ LA CHISPA?

Hasta ahora hemos visto que los riesgos sistémicos se materializaban en pérdidas limitadas y bloqueos pasajeros en sitios muy localizados y en un momento preciso. Hoy la cuestión es saber si una ruptura en el sistema financiero, en las cadenas de abastecimiento o en las infraestructuras, puede propagarse al conjunto de la economía mundial y provocar su colapso.

Según David Korowicz, especialista en riesgos sistémicos, la respuesta es que sí, y la chispa que iniciaría el incendio podría tener dos orígenes[34]. El primero es el pico del petróleo, que pondría en dificultades a nuestro sistema monetario de reserva fraccionaria (basado en la deuda), como vimos en el capítulo 2. El segundo es un desequilibrio global del sistema

financiero. En ambos casos, el colapso económico global pasaría por una fase de pérdida de confianza generalizada, causada por la insolvencia de los Estados y de los bancos.

Para respaldar sus declaraciones, Korowicz describe un escenario de contagio que comienza con la insolvencia descontrolada de un Estado de la zona euro. Esta «crisis» sembraría el pánico en el sector bancario de un país tras otro, después se transmitiría a las economías —es decir, a todos los sectores de actividad— y acabaría mutando en crisis alimentaria al cabo de unos días. En menos de dos semanas, la crisis se extendería de forma exponencial por todo el mundo. Al cabo de tres semanas, algunos sectores esenciales ya no podrían retomar su actividad (ver capítulo 9).

Por otra parte, una pandemia severa también podría ser la causa de un colapso generalizado[35]. No hace falta que un virus acabe con el 99% de la población, bastaría con un pequeño porcentaje. De hecho, cuando una sociedad se complejifica, la especialización de las tareas se desarrolla y crea funciones clave de las que la sociedad ya no puede prescindir. Es el caso de los transportistas de carretera que abastecen de combustible al país, de algunos puestos técnicos de centrales nucleares o de los ingenieros que se hacen cargo de los concentradores informáticos, etc. Para Bar-Yam, «uno de los mayores aportes de la investigación sobre los sistemas complejos es la confirmación de que cuando un sistema se vuelve altamente complejo, los individuos a su vez se vuelven importantes[36]».

De acuerdo con Jon Lay, que dirigió un plan global de emergencia de ExxonMobil que simulaba los efectos de una vuelta a la gripe de 1918, «si logramos convencer a la gente de que no es peligroso venir a trabajar, creemos que tendríamos alrededor de un 25% de ausencias[37]». En ese caso, si todo está preparado para conservar los puestos importantes, no habrá consecuencias graves. «Pero si tenemos un 50% de ausencias, eso es harina de otro costal». Y si a los enfermos se unen las personas que se quedan en casa por temor a la pandemia, los efectos dominó podrían ser catastróficos. En cuestión de días, todo el sistema podría apagarse. En 2006, un grupo de economistas simuló los efectos que tendría la gripe de 1918 en el mundo actual. Resultado: 142 millones de muertos a escala global y una recesión

económica que reduciría el PIB mundial un 12,6%[38]. En ese escenario, la tasa de mortalidad era de un 3% (de las personas contagiadas). Sin embargo, en el caso la gripe aviar o del Ébola, la tasa puede superar el 50% o el 60%...

Algunos replicarán que en la Edad Media la peste se llevó a un tercio de la población europea y no se extinguió la civilización. Y es cierto, pero la situación era diferente. Las sociedades eran mucho menos complejas que hoy en día. No solo estaban divididas las economías regionales, lo que reducía el riesgo de contagio, sino que además, la población era eminentemente rural. Una disminución de un tercio de los campesinos reduce un tercio la producción agrícola, pero no elimina funciones esenciales para toda la sociedad. Por no mencionar que en aquella época los supervivientes todavía podían contar con ecosistemas no contaminados y diversos, nuevas tierras arables, bosques en relativa abundancia y un clima estable. En la actualidad no se dan esas condiciones.

Asimismo, parece que hoy en día pocas personas son conscientes del aspecto sistémico de todo, y los Gobiernos se muestran especialmente ineficientes cuando tratan de encontrar soluciones a esta situación[39]. Por su parte, «las instituciones internacionales se concentran principalmente en los problemas sencillos e ignoran las interacciones del conjunto del sistema. Luchar contra el cambio climático mediante la plantación de bosques, por ejemplo, puede destruir los ecosistemas a los que está dirigido el Convenio sobre Diversidad Biológica de las Naciones Unidas. Del mismo modo, la promoción de biocarburantes puede acelerar la deforestación y poner en riesgo la seguridad alimentaria de los países pobres[40]».

Por último, es importante destacar que los sistemas se han vuelto tan complejos que incluso sin la acción de alteraciones externas, solo por su estructura, pueden sufrir un colapso. De hecho, en cuanto se supera un cierto nivel de complejidad, las herramientas tecnológicas de medida no son lo suficientemente potentes para comprender y prever los comportamientos caóticos de supersistemas de tal tamaño. Controlarlos se ha convertido en algo sencillamente imposible[41]: aunque los expertos y los responsables de la toma de medidas estén informados sobre los riesgos (que no es siempre el

caso) y tengan mejores tecnologías, no podrán evitar las rupturas sistémicas de las redes globales.

Dicha «hiperglobalización» ha transformado la economía mundial en un sistema gigante altamente complejo que conecta y multiplica los riesgos propios de cada uno de los sectores críticos que hemos tratado. Esto provoca la aparición de un nuevo tipo de riesgo, el *riesgo sistémico global*, cuyos potenciales detonantes son infinitos, y que puede ocasionar tanto pequeñas recesiones como una depresión económica mundial o un colapso generalizado.

En nuestra sociedad, muy pocos sabrían sobrevivir sin supermercados, sin tarjeta de crédito o sin gasolineras. Cuando una civilización comienza a vivir «en las nubes», es decir, cuando la mayoría de sus habitantes no tienen ya contacto directo con el sistema Tierra (el suelo, el agua, el bosque, los animales, las plantas, etc.), la población empieza a depender completamente de la estructura artificial que la mantiene en tal estado. Si esa estructura, cada vez más potente pero también más vulnerable, se desploma, no se podría garantizar la supervivencia del conjunto de la población.

BALANCE DE LA PRIMERA PARTE

UNA IMAGEN QUE SALTA A LA VISTA

Recobremos el aliento... y resumamos.

Para mantenerse, evitar los problemas financieros y los conflictos sociales, nuestra civilización industrial se ve obligada a acelerar, a volverse más compleja y a consumir más y más energía. Su repentina expansión se ha beneficiado de una disponibilidad excepcional —que pronto dejará de existir— de energías fósiles muy rentables desde el punto de vista energético, de la mano de una economía de crecimiento y deudas enormemente inestables. Pero el crecimiento de nuestra civilización industrial, hoy en día limitado por las fronteras geofísicas y económicas, ha alcanzado una fase de productividad decreciente. La tecnología, que durante mucho tiempo sirvió para ampliar esas fronteras, cada vez tiene menor capacidad para garantizar la aceleración, y se «bloquea» en una trayectoria insostenible mientras impide el desarrollo de alternativas.

Paralelamente, las ciencias de la complejificación descubren que, al traspasar ciertos umbrales, los sistemas complejos —como las economías o los ecosistemas— se vuelcan bruscamente en nuevos estados de equilibrio imposibles de prever, e incluso colapsan. Cada vez tomamos más conciencia de que hemos atravesado ciertas «fronteras» que garantizan la estabilidad de nuestras condiciones de vida, como sociedad y como especie. El sistema climático global, muchos ecosistemas y grandes ciclos biogeoquímicos de la Tierra han abandonado la zona de estabilidad que nos era conocida y anuncian un periodo de alteraciones graves y repentinas, que a su vez desestabilizarán a las sociedades industriales, al resto de la humanidad y a las demás especies.

La paradoja que caracteriza a nuestra época —y probablemente a cualquier época en la que una civilización chocara contra ciertos límites y traspasara ciertas fronteras— es que cuanta más potencia gana nuestra civilización, más vulnerable se vuelve. El sistema político, social y económico moderno globalizado, del que viven más de la mitad de los seres humanos, ha agotado seriamente los recursos y ha alterado los sistemas sobre los que se apoyaba (el clima y los ecosistemas), hasta el punto de dañar peligrosamente las condiciones que antaño permitían su expansión, que hoy garantizan su estabilidad y que harán posible su supervivencia.

Al mismo tiempo, la estructura cada vez más globalizada, interconectada y bloqueada de nuestra civilización, no solo la hace muy vulnerable a la menor perturbación interna o externa, sino que además la somete a dinámicas de colapso sistémico.

Y aquí nos encontramos. Para protegernos de enormes alteraciones climáticas y ecosistémicas —que son las únicas que ponen en riesgo la especie—, hay que parar el motor. La única vía para conseguir un espacio seguro es paralizar en seco la producción y el consumo de energías fósiles, lo que conduce a un colapso económico y seguramente político y social, y puede que incluso al fin de la civilización termoindustrial.

Para salvar el motor de nuestra civilización industrial hay que traspasar más fronteras aún, es decir, continuar explorando, perforando, produciendo y creciendo cada vez más deprisa. Esto deriva inevitablemente en puntos de inflexión climáticos, ecológicos y biogeofísicos, y también en el pico de los recursos, con lo que al final nos lleva al mismo resultado —un colapso económico—, salvo por el hecho de que también podría ocasionar un colapso de la especie humana, incluso de la mayor parte de especies vivas.

Hoy en día, hay cuatro datos que están fuera de discusión: 1. el crecimiento físico de nuestras sociedades se va a detener en un futuro próximo; 2. hemos alterado el conjunto del sistema Tierra de forma irreversible (al menos en la escala geológica humana); 3. nos adentramos en un futuro muy inestable, «no lineal», en el que las grandes alteraciones (internas y externas) serán la norma, y 4. a partir de ahora podemos vernos sometidos a potenciales colapsos sistémicos globales.

Por tanto, del mismo modo que lo hacen numerosos economistas, climatólogos, físicos, agrónomos, ecólogos, militares, periodistas, filósofos y hasta políticos (algunas de cuyas citas se han incluido en este libro), deducimos que nuestra sociedad puede colapsar en un futuro próximo.

Si retomamos la metáfora del vehículo, mientras que la aceleración nunca ha sido tan alta, el nivel de combustible indica que estamos en reserva, y que el motor, ya sin aliento, empieza a echar humo y a toser. Aturdidos por la velocidad, abandonamos la carretera señalizada y bajamos, con una visibilidad casi nula, por una pendiente abrupta repleta de obstáculos. Algunos pasajeros se dan cuenta de que el vehículo es muy frágil, pero parece que el conductor no, ¡porque sigue pisando el acelerador!

Observar esta imagen en su conjunto, y no a través de una o varias «crisis» separadas, supone un salto cualitativo en la comprensión de nuestra época. Es interesante el ejemplo del virus Ébola (las crisis aparecen entre corchetes): la destrucción de las selvas [biodiversidad] facilitó la propagación del virus [salud], pero el número de personas fallecidas o que no estaban en condiciones para trabajar y las medidas de confinamiento ralentizaron la actividad económica [economía] y causaron grandes estragos en las redes de abastecimiento [infraestructuras] y las cosechas [alimentación]. El resultado fue que en menos de seis meses de pandemia, más de un millón de personas estaban en peligro por hambre en África Occidental[42], mientras el sistema sanitario guineano quedó muy debilitado [infraestructuras][43]. ¿Qué ocurrirá con la próxima pandemia si los sistemas sanitarios ya no son capaces de responder?

De igual manera, frente a una cifra alarmante, como puede ser el pico del petróleo, la reacción de nuestra cultura científica reduccionista es buscar de forma espontánea «soluciones» en el mismo sector, que a menudo son incompatibles con las «crisis» aledañas. Conocer las interconexiones entre todos los sectores permite evitar ese tipo de errores y descubrir que existen pocas «soluciones» técnicas que no agraven la situación al consumir aún más energía y materiales.

La imagen se ha hecho tan evidente, masiva y asfixiante que si, por casualidad, algunos de los investigadores han llegado a conclusiones

equivocadas, si esta u otra cifra es errónea o si nosotros nos hemos confundido en alguna interpretación, el razonamiento sigue siendo prácticamente el mismo. Al final, ¡la constatación es muy resiliente! Imaginemos un mundo ideal en el que consiguiéramos dominar las finanzas. ¿Cambiaría eso de alguna forma la frecuencia de los huracanes, el fin del petróleo, la longitud de las cadenas de abastecimiento o la extinción de especies animales? Si encontráramos mañana una fuente de energía infinita, ¿cómo podríamos evitar el agotamiento de los minerales de fosfatos, los desplazamientos de población o los riesgos sistémicos mundiales debidos a la globalización? Es cierto que quizá podríamos mantener una fingida civilización industrial algunos años más, pero seguramente solo lograríamos terminar cayendo desde más arriba…

En el curso de nuestras investigaciones, hemos ido adquiriendo la sensación de estar atrapados. Y lo que es peor, hemos comprobado que llegados a este punto todas las «crisis» están conectadas, y que cualquiera de ellas podría tener consecuencias para las demás, como una especie de efecto dominó gigante. Tomar conciencia de eso provoca una impresión de frustración y de estupor, la misma que se podría experimentar al caminar por el medio de un inmenso lago helado cubierto de una capa de hielo cada vez más fina. Cuando nos detenemos para observar, boquiabiertos, la fragilidad de nuestra situación, creemos oír a nuestro alrededor a gente gritando al unísono: «¡Vamos! ¡A correr! ¡A saltar! ¡Aceleremos! ¡Que no se pare!».

Pero, cuidado: aunque las noticias sean catastróficas, hay que reconocer que el sistema económico global —y sobre todo la civilización industrial o el sistema Tierra— aún no ha colapsado. El sistema económico capitalista acostumbra a beneficiarse de las crisis para crecer, lo que permite a los que no creen en un colapso decir que todavía queda la duda. Y es verdad, queda la duda (y quedará durante mucho tiempo, incluso después de un colapso, pero eso lo veremos más adelante). Todo esto se relaciona con numerosas cuestiones psicológicas, políticas o arqueológicas que trataremos en los capítulos 9 y 10. Sin embargo, antes hay que plantear el tema de la cronología. Está muy bien afirmar que todo va a colapsar, pero ahora falta

aportar indicios de la inminencia de tal fenómeno. Porque, en el fondo, todas las civilizaciones terminan colapsando antes o después. ¿Cómo nos afecta a nosotros, a las generaciones presentes?

SEGUNDA PARTE

Y ENTONCES, ¿CUÁNDO?

VI
LAS DIFICULTADES DE SER FUTURÓLOGO

Entonces, ¿cuándo ocurrirá? ¿Alrededor de 2020? ¿2030? ¿2100? No vayamos tan rápido, en este capítulo no haremos ningún pronóstico. Porque lo complicado, evidentemente, es saber a qué queremos ponerle fecha. El «evento colapso» implica distintos horizontes temporales. El ritmo del mundo financiero no es el de la subida del nivel del mar. Los expertos financieros hablan de una crisis inminente, ya que no se ha aprendido nada de la crisis de 2008. Los climatólogos, por su parte, se ocupan tanto de fenómenos actuales como de lo que podría suceder en unos años o décadas.

Para intentar saber lo que nos espera en el futuro, hay que partir de certezas. Hemos visto que las catástrofes climáticas ya están ocurriendo y que se intensificarán. Lo mismo se aplica a la pérdida de la biodiversidad, la contaminación química, las guerras por el agua y los recursos, las grandes sequías, las migraciones masivas, los atentados terroristas, las epidemias, las crisis financieras, las tensiones sociales derivadas de las desigualdades, etc. Todos estos elementos forman un inmenso depósito de alteraciones potenciales (algunas muy pequeñas) que en cualquier momento pueden desencadenar efectos dominó a través de la estructura altamente interconectada y bloqueada del sistema económico mundial. Esas pequeñas chispas capaces de prender fuego a la pólvora son conocidas por los científicos como *femtoriesgos*, en referencia a la aparente insignificancia de las causas frente a los efectos potenciales (femto=10^{-15})[1].

Pero ¿cómo podemos creer en la emergencia si llevan anunciándose catástrofes desde hace más de cuarenta años (¡desde Malthus, de hecho!)? En la década de 1970, muchos científicos intentaron prever el futuro. Algunos se equivocaron, como Paul Ehrlich con su predicción demográfica[2], pero otros no, como Rachel Carson cuando previó los

problemas asociados al uso de pesticidas[3], o el meteorólogo John S. Sawyer, que en un artículo publicado en la revista *Nature* en 1972 calculó la diferencia de temperatura y el aumento exacto de CO_2 en la atmósfera para el periodo que quedaba hasta el año 2000[4].

¿Cómo continuar creyendo todas esas predicciones incansables? ¿Y a quién debemos creer? Las advertencias del Club de Roma datan de 1972, y su modelo sigue vigente (como veremos en el capítulo 8); sin embargo, son muchos los que todavía no se lo creen. ¿Habrán agotado a la gente los anuncios apocalípticos? Cuarenta años de espera es mucho tiempo…

No obstante, son dos épocas muy diferentes. Hace medio siglo, el apocalipsis tenía la forma de un invierno nuclear que podía no llegar nunca. El miedo era real (y surgieron comunidades supervivencialistas), pero al final no pasó nada. Hoy en día, las catástrofes climáticas y medioambientales no son tan espectaculares, pero han empezado de verdad. ¡Ya no pueden *no ocurrir*!

En cambio, aunque la posibilidad de que se avecine un colapso de la civilización industrial sea cada vez más palpable y real, no tenemos la certeza de cuándo sucederá. Para prever el futuro, los científicos construyen conocimientos a partir de datos dispersos. Desde los profetas milenaristas de antaño hasta los temores del invierno nuclear, todas las predicciones de colapso hasta la fecha han fracasado; cualquiera puede comprobarlo, no ha habido un colapso global. Entonces, ¿cómo podemos estar tan seguros de que no nos estamos volviendo a confundir? Muy fácil: no podemos estarlo. Pero podemos obtener indicios.

DEL CÁLCULO DE LOS RIESGOS A LA INTUICIÓN

Para tratar de prever y evitar catástrofes o choques sistémicos similares a lo ocurrido en 2008, algunos expertos —como las aseguradoras— intentan desarrollar herramientas de medida y de gestión de riesgos. Pero «los factores que determinan sus consecuencias y sus impactos […] son a menudo complejos y [al mismo tiempo] poco comprendidos[5]». Por tanto, los femtoriesgos no se pueden estudiar con las herramientas clásicas de

gestión de riesgos. La mayoría de las empresas no disponen de los recursos adecuados y necesarios para evaluar dichos riesgos.

Si casualmente conseguimos identificarlos todos, su evaluación y atenuación requieren cierta transparencia y toma de responsabilidades por parte de las instituciones y los dirigentes. Ahora bien, eso cada vez es más difícil de alcanzar en sistemas altamente complejos, ya que las consecuencias no intencionadas o desconocidas de las acciones individuales aumentan considerablemente (esto es aplicable tanto a escala nacional como empresarial). Se trata del *riesgo moral*: nos comportamos como si nosotros mismos no estuviéramos expuestos al riesgo. Algunos agentes, pues, no se hacen responsables de sus decisiones, y lo que es aún más grave, aunque sus acciones puedan considerarse racionales en un periodo normal, pueden conducir a un inevitable fracaso colectivo.

A esto se añade que hay obstáculos teóricos insuperables. La ciencia no tiene las herramientas necesarias para preverlo todo, ni las tendrá jamás, ya que hay fenómenos imposibles de predecir, los famosos «cisnes negros[6]». Como explica el filósofo, matemático y excorredor de bolsa Nicholas Nassim Taleb, los métodos clásicos de evaluación de riesgos no resultan muy útiles para la previsión de fenómenos raros o comportamientos de sistemas complejos. El conocido «problema del pavo inductivista», ideado por Bertrand Russell y retomado por Taleb, lo ilustra de maravilla. En el universo de una granja de pavos, todo va a pedir de boca en el mejor de los mundos posibles: el ganadero viene todos los días a traer grano y nunca se pasa frío. Los pavos viven en un mundo de crecimiento y de abundancia… ¡hasta la víspera de Navidad! Si hubiera un pavo estadístico especialista en gestión de riesgos, el 23 de diciembre diría a sus congéneres que no había nada de que preocuparse en el futuro…

La economía mundial sobrevivió a la crisis de 2008. Deducimos, pues, que el sistema es hiperresiliente, o que está bastante debilitado, pero no podemos demostrar si colapsará o no. Según una distinción realizada en 1921 por dos economistas, Knight y Keynes[7], los *riesgos* son probabilizables, mientras que lo *incierto* no lo es. Lo incierto es el terreno de los cisnes negros, y no es cuantificable. No podemos estudiarlo con

campanas de Gauss y demás herramientas de gestión de riesgos. Además, encerrados en sus disciplinas, los especialistas en riesgos observan «que por cada uno de los riesgos que les compete, es poco probable que el futuro nos tenga reservada una tragedia mayor[8]».

Sin embargo, a nuestra sociedad no le gusta la incertidumbre; la utiliza como pretexto evidente para la inacción, y su funcionamiento se apoya en su capacidad para prever los fenómenos futuros. Cuando esta habilidad desaparece, parecemos desorientados y ya no somos capaces de pensar en proyectos reales.

Entonces, ¿cómo podemos gestionar los cisnes negros? ¿Cómo podemos «gestionar» el próximo «Fukushima»? En realidad, no podemos. Se trata más bien de dejarse llevar y pasar de un modo «observar, analizar, encargar, controlar» a un modo «experimentar, actuar, sentir y ajustar[9]»: abrir la razón a la intuición. En colapsología, la intuición —complementada con sólidos conocimientos— es primordial. Toda la información contenida en este libro, por objetiva que sea, no constituye ninguna prueba formal de que pronto tendrá lugar un gran colapso; simplemente ayuda a ampliar los conocimientos, afinar la intuición y actuar con convicción.

LAS PARADOJAS DEL COLAPSO

Las reflexiones del filósofo Jean-Pierre Dupuy resultan muy útiles para intentar delimitar la cronología de un colapso. Tras los atentados del 11 de septiembre de 2001, ocurrió algo extraño en el imaginario de los habitantes de los países ricos. Como un *chasquido*. «“El peor de los horrores se vuelve ahora posible”, dijeron por aquí y por allá». Pero, continúa Jean-Pierre Dupuy, «si *se vuelve* posible, es que antes no lo era. Y sin embargo, por sentido común (?), si se produjo es porque *era* posible». Asistimos, pues, a una especie de «irrupción de lo posible en lo imposible». Antes, solo existía en la mente de unos pocos escritores. Después, pasó del mundo de la imaginación al mundo real.

El filósofo Henri Bergson hacía la misma observación respecto a una obra de arte: cuando todavía no existe, no puede ser imaginada (si no, ya se

habría creado). Así, la *posibilidad* de la obra de arte se crea al mismo tiempo que la obra. La época de las catástrofes, explica Dupuy, es esta «temporalidad inversa»: la obra, o la catástrofe, solo se hace posible en *retrospectiva*. «Ese es el origen de nuestro problema. Porque, si tenemos que prever la catástrofe, necesitamos creer en su posibilidad antes de que se produzca[10]». De acuerdo con Dupuy, este nudo es el principal obstáculo (conceptual) para una política de la catástrofe.

Para resolver este problema, en 1979 Hans Jonas propuso «prestar más atención a la profecía de la desgracia que a la profecía de la felicidad[11]» en los asuntos que impliquen un potencial catastrófico. En esta misma línea, Dupuy plantea una postura —a la que llama «catastrofismo ilustrado»— para conseguir progresar en la incertidumbre de las catástrofes. Según él, las crecientes amenazas no se deben contemplar como fatalidades ni riesgos, sino como certezas. Hay que considerarlas como certezas para tratar de evitarlas mejor. «Las desgracias son nuestro destino, pero un destino que solo se debe a que los seres humanos no reconocen las consecuencias de sus actos. Es un destino del que podemos decidir alejarnos[12]». El colapso está asegurado, y por eso no resulta trágico. Porque al afirmarlo, abrimos la posibilidad de evitar que tenga consecuencias catastróficas.

Bergson señala otra curiosidad temporal: el hecho de que la llegada de un fenómeno catastrófico no se viva como lo que es, sino como algo banal. Por su parte, Dupuy comenta que:

> La catástrofe es terrible: no solo no creemos que se vaya a producir a pesar de tener todas las razones para saber que va a producirse, sino que, una vez que se ha producido, parece formar parte del orden normal del día a día. Su realidad la vuelve banal. No se consideraba posible antes de que sucediera; y aquí está, integrada sin ningún tipo de proceso en el «mobiliario ontológico» del mundo, por emplear la jerga de los filósofos[13].

Del mismo modo, el colapso podría convertirse en nuestra nueva realidad y perder progresivamente su carácter excepcional y catastrófico. Por consiguiente, es muy probable que no describamos con exactitud el colapso de nuestra civilización hasta que sea demasiado tarde, mediante el

trabajo de historiadores y arqueólogos. Y seguro que dichos expertos no se pondrán de acuerdo sobre cómo interpretar el fenómeno…

Una última paradoja: si, por el contrario, se anuncia un colapso muy pronto —es decir, ahora—, y con mucha autoridad, por ejemplo, a través de un discurso oficial de un jefe de Estado, puede desatarse el pánico en los mercados (o en la población) y causar de manera anticipada precisamente lo que se pretendía retrasar. La autorrealización plantea, pues, la siguiente cuestión estratégica: ¿podemos prepararnos todos juntos para un colapso sin provocarlo? ¿Debemos hablar del tema públicamente? ¿Podemos hacerlo?

No obstante, más allá de todas estas paradojas y de la imposibilidad de conocer con exactitud la incidencia de los cisnes negros, existen algunas herramientas científicas que permiten recopilar indicios sobre la naturaleza del porvenir (y, por tanto, del porvenir de la naturaleza).

VII

¿PODEMOS DETECTAR LAS SEÑALES ANUNCIADORAS?

Como vimos en el capítulo 3, los sistemas complejos, y en concreto los ecosistemas y el sistema climático, pueden cambiar de estado bruscamente, al igual que un interruptor sobre el que ejerciéramos una presión constante y creciente. La imprevisibilidad de dichos cambios puede confundir a cualquier dirigente o experto en estrategia, ya que en nuestra sociedad las decisiones suelen basarse en nuestra capacidad para predecir los fenómenos. Pero, sin una gran previsibilidad, resulta complicado invertir en el plano financiero, humano y técnico en el momento y en los lugares adecuados.

El desafío fundamental, por tanto, es detectar las señales que presagian esos cambios catastróficos para poder anticiparnos y reaccionar a tiempo. En particular, se trataría de aprender a reconocer la extrema fragilidad de un sistema que se acerca a un punto de inflexión, el mismo que da paso a la «pequeña chispa». Por ejemplo, en los pastos de las zonas áridas mediterráneas, cuando la vegetación muestra manchas con formas irregulares (desde la vista aérea), significa que al ecosistema no le falta mucho para caer en un estado de desertificación difícilmente reversible[1]. El campo de estudio de este tipo de señales (*early warning signals*) es una disciplina en pleno auge.

EL «RUIDO» DE UN SISTEMA QUE VA A COLAPSAR

Una de las características observadas con mayor frecuencia en un sistema «al borde del abismo» es que tarda más en recuperarse de una pequeña perturbación. El tiempo de recuperación tras una alteración se alarga; en

otras palabras, disminuye su resiliencia. Los investigadores lo llaman «ralentización crítica» (*critical slowing down*), identificable por índices matemáticos complejos basados en series de datos temporales (autocorrelación, asimetría, varianza, etc.), que revelan el estado de fragilidad de un sistema y, por ende, la posibilidad de que dé un vuelco inminente.

Sobre el terreno, tras el colapso de un ecosistema, los investigadores recuperan una gran cantidad de datos (variables medioambientales) que ponen en evidencia los fenómenos pasados, y los analizan. Algunos han llegado incluso a provocar experimentalmente —en el laboratorio— colapsos de poblaciones para probar los indicadores. Así, en 2010, dos investigadores de las universidades de Georgia y de Carolina del Sur expusieron a poblaciones de dafnias (zooplancton) a condiciones cada vez más deterioradas (reducción de la disponibilidad de alimentos), y observaron claras señales que presagiaban el colapso de las poblaciones: ¡la ralentización crítica de las dinámicas de población apareció hasta ocho generaciones antes del colapso[2]! Desde entonces, se han hallado resultados experimentales similares con poblaciones de levaduras, de cianobacterias o de ecosistemas acuáticos, pero siempre bajo condiciones artificiales y controladas[3]. En 2014, un equipo británico de expertos del clima consiguieron identificar las señales que precedieron al colapso de las corrientes atlánticas de circulación oceánica a lo largo del último millón de años, un fenómeno que, si ocurriera hoy en día, modificaría de manera radical nuestro clima[4]. De momento, los investigadores no pueden afirmar con exactitud que dichas señales se estén emitiendo en la actualidad…

Nuevos indicadores se van uniendo regularmente a la lista de los ya existentes, y aumentan el poder de predicción de los cambios catastróficos. Respecto al clima, por ejemplo, se ha observado que al final de un periodo de glaciación, las variaciones de temperatura se «descontrolan» y parpadean (*flickering*) antes de cambiar bruscamente a un periodo cálido[5]. Este sutil indicio también funciona con los ecosistemas lacustres[6], pero, aunque es muy fiable (realmente anuncia la llegada de cambios catastróficos), no aparece hasta que ya es demasiado tarde para evitarlos…

No se puede perturbar artificialmente un gran ecosistema o un sistema socioecológico con fines experimentales. Por eso, los investigadores se han tenido que contentar hasta ahora con estudiar los cambios catastróficos naturales o históricos, sin poder comprobar a escala real la previsión de estos indicadores.

No obstante, este método puede servir para clasificar los sistemas según la distancia que los separa de una ruptura, es decir, según su nivel de resiliencia[7], lo que podría resultar muy útil para la toma de decisiones, y en particular, para las políticas de conservación de la biodiversidad.

En 2012, la disciplina que estudia estas señales anunciadoras obtuvo importantes avances realizados por especialistas de las redes de interacciones, que empiezan a comprender el comportamiento de redes complejas muy heterogéneas sometidas a alteraciones[8]. Por ejemplo, en una pradera florida, imaginemos el inmenso tejido de relaciones entre todas las especies de polinizadores (abejas, moscas, mariposas, etc.) y todas las especies de plantas polinizadas, donde algunas especies son especialistas (de una flor) y otras son generalistas (polinizan a diferentes especies). Esta compleja red de interacciones mutuas posee una estructura que la vuelve muy resiliente frente a alteraciones (como puede ser la desaparición de ciertos polinizadores por el uso de pesticidas). Sin embargo, las observaciones, los experimentos y los modelos demuestran que dichas redes esconden umbrales que no se deben traspasar, a riesgo de que la red colapse bruscamente.

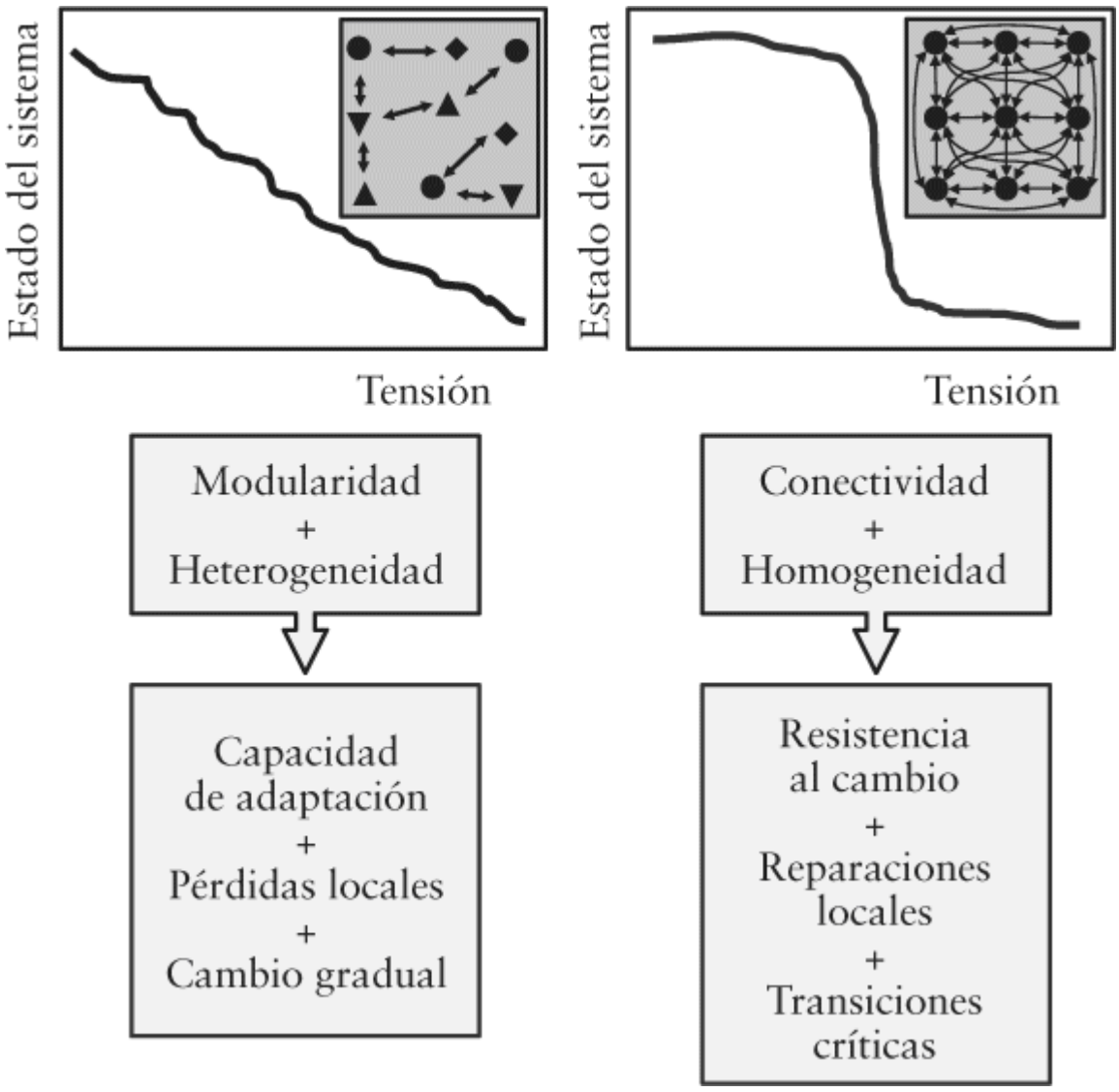


Figura 8. Respuestas de las redes complejas ante alteraciones.

Fuente: Scheffer, M. *et al.*, «Anticipating critical transitions», *Science*, vol. 338, núm. 6105, 2012, págs. 344-348.

En un sentido más general, está demostrado que las redes complejas son muy sensibles a dos factores: la heterogeneidad y la conectividad entre los elementos que las constituyen[9] (ver figura 8). Una red heterogénea y modular (débilmente conectada, con partes independientes) resistirá los golpes y se adaptará. Solo sufrirá pérdidas locales y se degradará progresivamente. Por el contrario, una red homogénea y estrechamente

conectada mostrará en un primer momento resistencia al cambio, pues las pérdidas locales son absorbidas gracias a la conectividad entre los elementos. Pero después, si se prolongan las perturbaciones, se verá sometida a efectos dominó y —como consecuencia— a cambios catastróficos. En realidad, la aparente resiliencia de los sistemas homogéneos y conectados es engañosa, pues esconde una creciente fragilidad. Al igual que el roble, son sistemas muy resistentes, pero se rompen cuando la presión es demasiado fuerte. En cambio, los sistemas heterogéneos y modulares son resilientes; se doblan, pero no se rompen. Se adaptan, como el junco.

Efectivamente, hay ciertos paralelismos entre los sistemas naturales y los sistemas humanos, como vimos en el capítulo 5[10]. Se trata de descubrimientos fundamentales para colaborar en la creación de sistemas sociales más resilientes, sobre todo en cuanto a las finanzas y a la economía. Sin embargo, aunque la teoría de las redes aporta mucho a la comprensión de las redes económicas y sociales, todavía quedan numerosos obstáculos por superar antes de encontrar señales anunciadoras fiables. Los indicadores actuales no bastan para predecir los puntos de inflexión de los sistemas sociales, en vista de su creciente nivel de complejidad. Hasta la fecha, los intentos de desarrollo de señales anunciadoras han fracasado o no se ha alcanzado un consenso al respecto[11]. Obviamente seguimos disponiendo de indicadores pertinentes surgidos de los fundamentos económicos para una situación «normal», pero cuando se acerca un umbral, es imposible realizar cualquier evaluación. Hay quienes han buscado señales de ralentización crítica en los sistemas financieros, pero no las han encontrado. En su lugar, han hallado otros indicios con los que por ahora no se puede generalizar[12]. La conclusión es que frente a crisis financieras, el estudio de las señales anunciadoras facilita la comprensión de su funcionamiento, pero no las hace más previsibles.

SIEMPRE QUEDARÁ UNA INCERTIDUMBRE

Por muy geniales que sean los avances de la ciencia, esta siempre tropezará con límites epistemiológicos[13]. En esta carrera contrarreloj, siempre iremos con retraso[14], porque detectar una señal no garantiza que el sistema no haya caído ya en otro estado.

Para complicarlo todavía más, las señales pueden aparecer sin que precedan a un colapso, y a la inversa, los colapsos pueden surgir sin haber emitido ninguna señal anunciadora de aviso. También puede ocurrir que los sistemas colapsen «suavemente», de forma no catastrófica[15]. Estamos, pues, ante una verdadera «biodiversidad» del colapso de los sistemas, con lo que las mejores señales anunciadoras son *generalizables* pero no *universales*: su presencia no implica una certeza, sino una alta probabilidad de colapso.

Finalmente —y esto se aplica sobre todo a los sistemas sociales y financieros—, resulta muy difícil y caro reunir datos de buena calidad en tiempo real, y es imposible identificar el conjunto de los factores que contribuyen a la vulnerabilidad de los sistemas hipercomplejos. Así que parece que estamos condenados, al menos de momento, a no poder actuar hasta *después* de las catástrofes[16].

Para un sistema complejo como el sistema Tierra (ver el estudio publicado en 2012 en la revista *Nature* y citado al final del capítulo 3), es imposible, en efecto, afirmar actualmente que la presencia de señales anunciadoras globales anuncie un colapso de «Gaia», y menos aún ponerle fecha. Sin embargo, gracias a este tipo de trabajos, somos capaces de «volver posible» una catástrofe haciendo referencia a los eventos geológicos pasados y reconociendo que es probable que suceda.

Pero, cuidado: la existencia de incertidumbre no significa que la amenaza sea menor ni que no haya nada de que preocuparse. Al contrario, es el principal argumento a favor del catastrofismo ilustrado que propone Jean-Pierre Dupuy: actuar como si los cambios abruptos estuvieran asegurados, y hacer todo lo posible para que no se produzcan.

De hecho, las herramientas de previsión de puntos de inflexión son muy útiles para demostrar que hemos traspasado las fronteras (ver capítulo 3) y que entramos en zona de peligro. Desgraciadamente, esto supone que a menudo ya es demasiado tarde para tener la esperanza de volver al estado

anterior, estable y conocido. Sin embargo, estas herramientas no son tan prácticas para anticipar una fecha concreta, pero sí para saber qué tipo de futuro nos aguarda.

En colapsología, hay que aceptar que no tenemos los medios para prever todo. Es una regla de doble filo. Por un lado, nunca podremos afirmar con certeza que un colapso general es inminente (antes de vivirlo). En otras palabras, los escépticos siempre podrán impugnar cualquier argumento. Por otro lado, los científicos nunca podrán garantizar que no hayamos traspasado fronteras gravemente, es decir, no podemos aseverar con objetividad que el espacio donde vive la humanidad hoy en día sea estable y seguro. Así que los pesimistas siempre contarán con material de discusión.

Entonces, ¿qué hacemos? Recordemos que con el terremoto de 2009 en Aquila, Italia, los científicos fueron condenados por la justicia por no haber estimado con mayor precisión las probabilidades de un posible seísmo. La catástrofe llegó sin que los instrumentos de medida pudieran hacer nada para evitarla. Acordémonos también de que durante el periodo que precedió a la crisis bancaria de 2008, algunos periodistas muy perspicaces dieron la voz de alarma, pero, evidentemente, nadie los escuchó. Supieron captar, *gracias a su intuición*, numerosas señales de una crisis inminente, como las burbujas especulativas del mercado inmobiliario americano o el incremento repentino del precio del oro, que suele actuar como valor refugio. Pero les resultaba imposible demostrar de manera objetiva y racional lo que veían venir. La catástrofe llegó sin instrumentos de medida, y a pesar de la intuición de los que habían dado la alarma. Así pues, ¿cómo saberlo? ¿Y a quién creer?

Desde luego, a los cálculos económicos y a los informes costes/beneficios, no, ¡porque no sirven de nada! Ya que «mientras estemos lejos de los umbrales, podemos permitirnos molestar a los ecosistemas con total impunidad». No hay ningún coste, ¡todo beneficios! Y como señala Jean-Pierre Dupuy, «si nos acercamos a umbrales críticos, el cálculo de coste-beneficio se vuelve irrisorio. Lo único que importa es no franquearlos bajo ningún concepto. […] A esto se añade que ni siquiera sabemos dónde

están esos umbrales[17]». Nuestra ignorancia no es un problema de acumulación de conocimiento científico, es inherente a la naturaleza misma de los sistemas complejos. Dicho de otro modo: en tiempos de incertidumbre, lo que vale es la intuición.

VIII

¿QUÉ PREDICEN LOS MODELOS?

Otra forma de sondear el futuro es mediante el uso de modelos matemáticos e informáticos. No sirven para predecir el futuro, pero sí proporcionan indicaciones sobre el comportamiento y la evolución de nuestros sistemas y de nuestras sociedades. Hemos elegido dos modelos; el primero, HANDY, porque fue desarrollado a principios de 2014 en un estudio muy sonado por haber sido financiado por la NASA y anunciar —según las exageradas palabras de algunos periodistas— «el fin muy cercano de la civilización». El segundo, porque sigue vigente tras cuarenta años de críticas y cotejo con datos reales, es el modelo World3, que fue la base del famoso «informe Meadows» o «informe del Club de Roma».

UN MODELO ORIGINAL: HANDY

Elaborado por un equipo interdisciplinar compuesto por un matemático, un sociólogo y un ecólogo, el modelo HANDY (*Human and Nature Dynamics*) simula las dinámicas demográficas de una civilización ficticia sometida a tensiones biofísicas[1]. Se trata de un experimento científico orientado a mejorar la comprensión de los fenómenos de colapso observados en el pasado, y la exploración de los cambios que permitirían evitarlo en el futuro. La novedad de este modelo frente a los anteriores reside en que incluye el parámetro de las desigualdades económicas.

HANDY está construido a partir de un sistema de ecuaciones creadas en la década de 1920 por los matemáticos Alfred Lokta y Vito Volterra, con frecuencia utilizadas en ecología para describir las interacciones entre las poblaciones de depredadores y presas. De forma un tanto esquemática, mientras las presas abundan, la población de depredadores prospera y hace

que el número de presas caiga en picado, con lo que la población de depredadores colapsa. El ciclo se reinicia cuando, al haber pocos depredadores, las presas vuelven a abundar. Así es como se obtiene a largo plazo una especie de «aleteo» de crecimientos y de disminuciones, dos poblaciones sinusoidales.

En el modelo HANDY, el depredador es la población humana, y la presa, su medioambiente. Pero, a diferencia de los peces o los lobos, los humanos poseen la capacidad de salirse de un mundo maltusiano donde los límites de los recursos dictan el tamaño máximo de la población. Gracias a su habilidad para crear grupos sociales organizados y utilizar la técnica y a la posibilidad de producir y almacenar los excedentes, los humanos no sufren disminuciones de población sistemáticas ante el más mínimo agotamiento de un recurso natural. De modo que se han introducido dos parámetros adicionales en las ecuaciones para dotar al modelo de un mayor realismo: la cantidad global de riqueza acumulada y el reparto de esta entre una pequeña casta de élites y una mucho más grande de *commoners* (el pueblo).

Se proponen tres grupos de escenarios. El primero (A) toma como hipótesis de partida una sociedad igualitaria donde no hay élites (élites = 0). El segundo (B) plantea una sociedad equitativa en la que hay una casta de élites, pero las rentas del trabajo se distribuyen equitativamente entre dicha casta de no trabajadores y los trabajadores. Por último, el tercero (C) explora las posibilidades de una sociedad desigual donde las élites se apropian de las riquezas a costa de los *commoners*.

Antes de poner en marcha las simulaciones, los investigadores hacen fluctuar las tasas de consumo de recursos de cada sociedad virtual, de forma que se generan cuatro tipos de escenarios, desde el más sostenible al más agresivo: 1. un lento acercamiento de las poblaciones hacia un equilibrio entre población y medioambiente; 2. un acercamiento inestable que dibuja un movimiento de oscilación previo al equilibrio; 3. ciclos de crecimientos y colapsos; y 4. un crecimiento alto seguido de un colapso irreversible.

En una sociedad igualitaria sin clases (A), cuando la tasa de consumo no es exagerada, la sociedad alcanza un equilibrio (escenarios 1 y 2). Cuando

dicha tasa aumenta, la sociedad sufre ciclos de crecimiento y disminución (3). Y finalmente, cuando el consumo se mantiene, la población crece hasta colapsar de manera irreversible (4). Esta primera serie de resultados muestra que, independientemente de las desigualdades, la tasa de «depredación» de una sociedad respecto a los recursos naturales representa *en sí misma* un factor de colapso.

Añadamos ahora el parámetro de las desigualdades. En una sociedad «equitativa», donde una pequeña parte de la población no trabaja y una mayoría sí lo hace, pero las riquezas están bien repartidas (B), solo se puede alcanzar un escenario de equilibrio si el nivel de consumo es bajo y el crecimiento, muy lento. Cuando se aceleran el consumo y el crecimiento, la sociedad puede caer fácilmente en los otros tres escenarios (alteraciones, ciclos de disminución o colapso).

En una sociedad desigual donde las élites se apropian de la riqueza (C), que es lo más parecido a nuestra realidad, el modelo indica que el colapso es difícil de evitar, sea cual sea la tasa de consumo. Sin embargo, hay un matiz. Con una tasa de consumo global baja, como es de esperar, la casta de las élites empieza a crecer y acapara una gran cantidad de recursos, en perjuicio de los *commoners*. Estos, debilitados por la miseria y el hambre, ya no pueden proporcionar la suficiente fuerza de trabajo como para mantener a la sociedad, lo que provoca su caída. Por lo tanto, no es el agotamiento de los recursos lo que causa el colapso de una sociedad desigual relativamente moderada en su consumo, sino el agotamiento del pueblo. Es decir, la población desaparece más deprisa que la naturaleza. De acuerdo con los investigadores, el caso de los mayas, en el que la naturaleza se recuperó tras el colapso de la población, se asemejaría a este tipo de dinámica. Así, aunque una sociedad sea globalmente «sostenible», el consumo excesivo de una pequeña élite conduce irremediablemente a su caída.

En el contexto de una sociedad desigual que consume muchos recursos, el resultado es el mismo, pero la dinámica es la inversa: la naturaleza se agota antes que el pueblo, lo que hace que el colapso sea rápido e irreversible. Serían ejemplos de este caso la isla de Pascua o Mesopotamia,

donde el medioambiente ha permanecido agotado incluso tras la desaparición de las civilizaciones.

A grandes rasgos, HANDY demuestra que una fuerte estratificación social convierte el colapso de la civilización en algo difícilmente evitable. La única manera de eludirlo sería reducir las desigualdades económicas entre la población y poner en marcha medidas orientadas a mantener la demografía por debajo de un nivel crítico.

Se trata de una original tentativa de modelización de un comportamiento complejo mediante una estructura matemática relativamente simple. Simplista, incluso, porque el mundo no se modeliza en cuatro ecuaciones. Sin embargo, este trabajo constituye una herramienta heurística importante, una advertencia que haríamos muy mal en ignorar.

En su libro *Cómo los ricos destruyen el planeta*[2], Hervé Kempf señalaba también las estrechas relaciones existentes entre las desigualdades y el consumo. En efecto, el aumento de las diferencias económicas provoca una aceleración global del consumo por un fenómeno sociológico llamado *consumo ostentatorio*, descrito por primera vez por el sociólogo Thorstein Veblen: cada clase tiende a hacer todo lo posible —sobre todo, consumir— para parecerse a la clase social superior. Los pobres se esfuerzan por parecerse a la clase media, esta última quiere encarnar los atributos de los ricos, que a su vez hacen lo imposible por formar parte de los «ultrarricos». Este fenómeno es tan poderoso que el consumo puede volverse, en las sociedades ricas, inseparable de la construcción de la identidad personal. La sociedad, atrapada en un modelo competitivo, se hunde en una terrible espiral de consumo y de agotamiento de los recursos.

El modelo HANDY resulta especialmente pertinente hoy en día, cuando nuestra sociedad presenta todos los síntomas de la sociedad desigual con un alto consumo de recursos, como está descrita en el mismo modelo. Las desigualdades se han disparado, literalmente, desde los años ochenta. El problema es que en la actualidad tenemos pruebas de que las desigualdades económicas son muy tóxicas para la sociedad.

Según Joseph Stiglitz, impiden la innovación y dañan a la población al intensificar el sentimiento de frustración que debilita su confianza en el

mundo político y sus instituciones. «La propia democracia está en peligro. El sistema parece haber sustituido el principio “una persona, una voz” por la regla “un dólar, una voz”. […] Los niveles de abstención suben, con lo que se refuerza aún más el control de los más ricos (que sí van a votar) sobre el funcionamiento de los poderes públicos[3]».

Las desigualdades también son nocivas para la salud. El sentimiento de angustia, de frustración, de ira y de injusticia de los que ven el horizonte de la abundancia alejarse, tiene un impacto considerable en la tasa de criminalidad, la esperanza de vida, los trastornos psiquiátricos, la mortalidad infantil, el consumo de alcohol, la tasa de obesidad, los resultados escolares o la violencia de la sociedad. Esta conclusión está admirablemente descrita, documentada y cifrada por los epidemiólogos Richard Wilkinson y Kate Pickett en su best seller *Igualdad: Cómo las sociedades más igualitarias mejoran el bienestar colectivo*[4]. Al comparar los datos de 23 países industrializados (datos de la ONU y del Banco Mundial), descubren que numerosos índices de salud de un país caen no cuando lo hace el PIB, sino cuando aumentan las desigualdades económicas. Es decir, no es solo que las desigualdades económicas sean tóxicas para la sociedad, sino que, además, la igualdad es positiva para todos, ¡hasta para los ricos!

Asimismo, las desigualdades generan inestabilidad económica y política. Las dos crisis más importantes del último siglo —la Gran Depresión de 1929 y el crac bursátil de 2008— fueron precedidas por un fuerte aumento de las desigualdades. De acuerdo con el periodista económico y financiero Stewart Lansley, la concentración del capital en manos de una pequeña casta de élites conduce no solo a la deflación sino también a burbujas especulativas, esto es, a la disminución de la resiliencia económica y, por tanto, a la intensificación del riesgo de colapso financiero[5]. Los choques continuados dañan la confianza y, sobre todo, el crecimiento del PIB, que no hace otra cosa que aumentar las diferencias entre las clases. Peor aún, las desigualdades económicas se agrandan por los terribles efectos del cambio climático, que afectan más a las poblaciones y a

los países más pobres[6]. Esta espiral negativa de las desigualdades lleva finalmente a la autodestrucción.

Para el economista Thomas Piketty, es la esencia misma del capitalismo, su «ADN», lo que facilita el aumento de las desigualdades[7]. En un exhaustivo análisis histórico basado en los archivos fiscales disponibles desde el siglo xviii, su equipo y él echan por tierra la idea preconcebida de que los ingresos generados por el crecimiento del PIB benefician a toda la población de un país. En realidad, el patrimonio se concentra *inevitablemente* en las manos de una pequeña casta no trabajadora, mientras que el rendimiento del capital (*r*) es más elevado que el crecimiento económico (*g*). Es sencillamente mecánico. La única forma de evitar esa situación de desigualdad es poner en marcha fuertes instituciones nacionales e internacionales que distribuyan los ingresos equitativamente. Pero para que emerja algún sobresalto democrático se requieren unas condiciones extraordinarias. Ahora bien, a lo largo del último siglo solo se han podido reunir dichas condiciones hasta pasadas las catástrofes de las dos guerras mundiales y de la Gran Depresión de los años treinta. El mundo financiero tiene que estar de rodillas, lo suficientemente debilitado como para que se le pueda imponer un control por parte de las instituciones. Y resulta todavía más difícil porque dichas instituciones han prosperado gracias a los sendos periodos de crecimiento que han sucedido a los conflictos (la reconstrucción así lo requiere), una coyuntura que ya no encontramos hoy en día.

Desde esta perspectiva, los Treinta Gloriosos son una «aberración histórica[8]». ¡Y el regreso de las desigualdades a partir de los años ochenta no habría sido más que una vuelta a lo normal! En Estados Unidos, por ejemplo, el nivel de desigualdad alcanzó recientemente las cifras de 1929[9].

Lo más inquietante de esta cuestión es observar el inevitable regreso de las desigualdades a pesar de que están comprobados sus efectos corrosivos en la sociedad —y sin que importen las lecciones de la historia—. ¿Será un destino ineludible? ¿Estaremos condenados a esperar a la próxima guerra o, a falta de ella, a un colapso de la civilización? ¿Por qué no hacen nada las

élites si es evidente que también sufrirán los efectos de cualquiera de esos dos sucesos catastróficos?

Para contestar esta pregunta, volvamos un momento al modelo HANDY. Resulta especialmente interesante señalar que, en los dos escenarios de colapso de las sociedades en desigualdad (hambruna de los *commoners* o colapso de la naturaleza), las élites, amparadas por su riqueza, no padecen *inmediatamente* los primeros efectos de la caída. No notan las consecuencias de las catástrofes hasta mucho después con respecto a la mayoría de la población, o tras la destrucción irreversible de los ecosistemas, es decir, demasiado tarde. «Ese "efecto tapón" de la riqueza permite a las élites proseguir con un "*business as usual*" pese a las catástrofes inminentes[10]».

Además, mientras que ciertos miembros de la sociedad dan la voz de alarma e informan que el sistema se dirige hacia un colapso inminente y, por tanto, recomiendan cambios estructurales en la sociedad, las élites y sus partidarios están cegados por la larga trayectoria aparentemente sostenible que precede al colapso, y la toman como pretexto para no hacer nada.

Estos dos mecanismos (el efecto tapón de la riqueza y la excusa del pasado de abundancia), junto con las innumerables causas de bloqueo que impiden las transiciones «sociotécnicas» (ver capítulo 4), explicarían por qué los colapsos observados a lo largo de la historia han sido permitidos por unas élites que parecían no tomar conciencia de la deriva catastrófica de su sociedad. Según los desarrolladores del modelo HANDY, este hecho resulta especialmente evidente en los casos del Imperio romano y de los mayas.

Hoy en día, mientras que una mayoría de países pobres y una mayoría de habitantes en los países ricos sufren graves niveles de desigualdad y la destrucción de sus condiciones de vida, en el cielo mediático se suceden con regularidad gritos de alarma cada vez más penetrantes. Pero a los que les molestan esas advertencias se sublevan contra el catastrofismo, otros arremeten contra los que dan las malas noticias y al final nadie actúa realmente. No obstante, desde los años setenta —y el famoso informe Meadows— hasta el último informe del IPCC, pasando por los documentos de síntesis de WWF, de la ONU y de la FAO, el mensaje es prácticamente el

mismo, salvo por un detalle: los verbos ya no se conjugan en futuro, sino en presente...

UN MODELO ROBUSTO: WORLD3

World3 es un modelo antiguo, tiene más de cuarenta años. Fue presentado en el best seller que vendió más de 12 millones de ejemplares en el mundo, *Los límites del crecimiento*[11], más conocido por el nombre de «informe del Club de Roma». Sin embargo, su mensaje principal ha sido muy mal interpretado durante todo este tiempo, tanto por los que creen estar de acuerdo con él como por los que no quieren estar de acuerdo. Este decía lo siguiente: si partimos del principio de que nuestro mundo tiene límites físicos (es la hipótesis de base), entonces un colapso generalizado de nuestra civilización termoindustrial tendrá lugar probablemente en la primera mitad del siglo xxi.

A finales de los años sesenta, el Club de Roma[12] pidió a investigadores del MIT (Massachusetts Institute of Technology, Estados Unidos) que estudiaran la evolución a largo plazo del sistema «mundo». Entre ellos se encontraba Jay Forrester, profesor de dinámica de sistemas, y sus estudiantes, incluidos Dennis y Donella Meadows. Era el comienzo de la informática, y decidieron concebir un modelo informático sistémico (World3) que describiera las interacciones entre los principales parámetros globales del mundo, siendo los seis más importantes la población, la producción industrial, la producción de servicios, la producción alimentaria, el nivel de contaminación y los recursos no renovables; y después insertarlo en un ordenador.

El objetivo del proyecto era introducir los datos reales del mundo en el modelo y pulsar *Enter* para simular el comportamiento del sistema mundo en el curso de 150 años. El primer resultado, «*standard run*», que se considera el escenario «*business as usual*», puso en evidencia que nuestro sistema era extremadamente inestable y describió un colapso generalizado a lo largo del siglo xxi (ver figura 9). Entre 2015 y 2025, la economía y la producción agrícola pierden potencia y colapsan completamente antes de

que finalice el siglo, a un ritmo mayor que el del crecimiento exponencial que sucedió a la Segunda Guerra Mundial. A partir de 2030, la población humana empieza a disminuir «de forma incontrolada» y cae hasta alrededor de la mitad de su punto máximo a finales de siglo, unos 4.000 millones de seres humanos (son cifras aproximadas, aportan una idea de la magnitud).

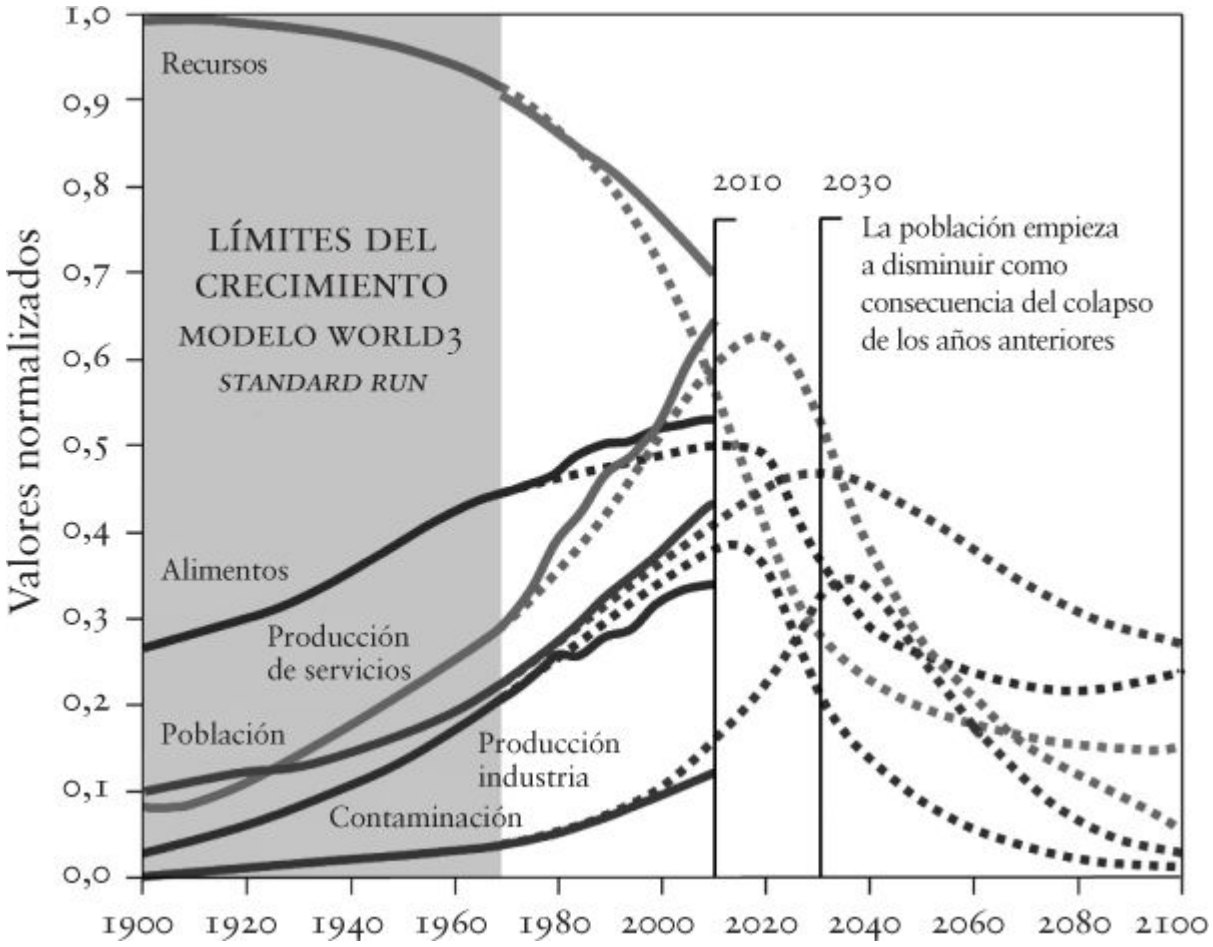


Figura 9. Modelo Meadows «*standard run*» actualizado por Graham M. Turner. En línea continua, los datos reales; en discontinua, el modelo.

Fuente: Turner, G. M., «On the cusp of global collapse? Updated comparison of *The Limits to Growth* with historical data», *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, vol. 21, núm. 2, 2012, págs. 116-124.

Los investigadores, sorprendidos por el resultado, decidieron simular «soluciones»: tantos escenarios como la humanidad podría aplicar para

intentar estabilizar el sistema. ¿Qué pasaría si desarrolláramos tecnologías eficientes? ¿Si descubriéramos nuevos recursos? ¿Si estabilizáramos la población o la producción industrial? ¿Y si aumentáramos la productividad agrícola o controláramos la contaminación? Entonces cambiaron los parámetros del modelo y probaron todas esas opciones en dos o tres golpes de ratón. *Clic. Clic. Clic*. Por desgracia, casi todos los escenarios alternativos llevaban a colapsos, en ocasiones más catastróficos que el primero. La única manera de estabilizar nuestro «mundo», es decir, de aterrizar en una civilización «sostenible», era poner en marcha todas esas medidas *simultáneamente*, ¡y empezar a hacerlo en los años ochenta!

En la década de 1990, una actualización del informe mostraba que los límites (y «fronteras», en el sentido propuesto en el capítulo 3) existían, y que nuestra civilización se estaba acercando a ellos (a los límites) o ya las traspasaba (las fronteras)[13].

Menos dudas aún dejaba la actualización de 2004, según la cual no se había puesto en marcha —desde 1972— ningún plan para evitar el escenario «*business as usual*[14]». Por el contrario, ¡desde 1963 la producción industrial mundial se ha duplicado cada 24 años! En 2008, y después en 2012, un científico australiano, Graham Turner, comparó los datos reales de los últimos cuarenta años con los diferentes escenarios para saber cuál se asemejaba más a la realidad[15]. ¿El resultado? Nuestro mundo se ha orientado claramente hacia el escenario «*business as usual*», es decir, el peor. Y Turner concluye que: «Esta es una clara voz de alarma. No seguimos una trayectoria sostenible».

El modelo no solo ha resistido a las numerosísimas y violentas críticas que le han dirigido desde el principio, sino que ha sido corroborado por cuarenta años de hechos. El principal objetivo del informe Meadows no es predecir el futuro con precisión, predicar el «crecimiento cero» ni anunciar el fin del petróleo para el año 2000, como han afirmado sus detractores. Simplemente alerta sobre la extrema inestabilidad de nuestro sistema (porque genera exponenciales). El modelo muestra de forma admirable la interconexión de todas las crisis, así como el poder del pensamiento sistémico. No podemos limitarnos a «resolver» un problema, como el pico

del petróleo, la regulación de la natalidad o la contaminación, porque apenas cambiaría la situación. Hay que abordarlos todos simultáneamente.

Tras la versión de 2004, la optimista del grupo, Donella Meadows, afirmaba que tal vez todavía quedaba una pequeñísima ventana de oportunidad que no había que dejar escapar. El modelo indicaba que habría que reunir tres condiciones para conseguir mantener la economía y la población en equilibrio sin sobrepasar la capacidad de carga de la Tierra.

— **Condición 1.** Si lográramos estabilizar rápidamente la población (una media de dos hijos por familia), esta bajaría a 7.500 millones en 2040 (500 millones menos de lo previsto), lo que retrasaría unos años el colapso global de la economía y de la población. Pero no bastaría. «No podemos frenar el colapso si solo estabilizamos la población mundial», se precisa un segundo mecanismo.
— **Condición 2.** Si lográsemos estabilizar la producción industrial mundial en un 10% por encima del nivel del año 2000 y redistribuir equitativamente los frutos de dicha producción, aplazaríamos el colapso unos años más. Pero tampoco bastaría para evitarlo debido a los niveles de contaminación que seguirían acumulándose y poniendo en riesgo la capacidad de regeneración de los ecosistemas. Es necesario un tercer mecanismo.
— **Condición 3.** Si además lográramos mejorar la eficiencia de las tecnologías, es decir, disminuir los niveles de contaminación y de erosión del suelo mientras aumenta la productividad agrícola, entonces el mundo podría estabilizarse y permitir a una población de algo más de 8.000 millones de habitantes vivir con un buen nivel de vida (parecido al que conocemos) a finales del siglo xxi. Este escenario de equilibrio solo se puede alcanzar si se pone en marcha rápidamente. Ahora bien, estos datos son de 2004… Resulta imposible proporcionar una fecha concreta, pero lo que está claro es que cada año que pasa reduce significativamente nuestro margen de maniobra.

La ventana de oportunidad que teníamos para evitar un colapso global se está cerrando. En su gira europea de 2011-2012, Dennis Meadows, más pesimista que nunca, repetía una y otra vez en las entrevistas, y reflejó en un artículo que escribió para el Instituto Momentum: «Es demasiado tarde para el desarrollo sostenible, hay que prepararse para los golpes y construir urgentemente pequeños sistemas resilientes[16]».

¿Y bien? ¿Qué nos dice nuestra intuición? ¿2020? ¿2030? ¿2100?

TERCERA PARTE

COLAPSOLOGÍA

Precisamente porque la catástrofe supone un destino terrible que debemos rechazar, tenemos que vigilarla y no perderla nunca de vista.

JEAN-PIERRE DUPUY[1]

IX
UN MOSAICO QUE EXPLORAR

En las dos primeras partes del libro, hemos visto que un colapso inminente de la civilización era probable, y que dicho destino podría estar reservado para toda la humanidad y parte de la biosfera. Sin embargo, presentar las bases materiales y las señales de advertencia no basta, porque no aporta nada sobre *en qué consistiría* un colapso. ¿Cómo podemos dar un poco de relieve a tal fenómeno sin que en la imaginación de cada cual se transforme automáticamente en una escena de *Mad Max*, de *El día de mañana* o de *Guerra Mundial Z*?

¿DE QUÉ ESTAMOS HABLANDO EXACTAMENTE?

Debido a lo limitado del vocabulario existente sobre este tema, la sola mención de la palabra colapso puede «explotar» de forma distinta en cada una de nuestras mentes, sin dejar sitio a ningún asomo de sutileza. Como los inuit, que disponían de unas cien expresiones para referirse a la nieve, habría que inventar un sinfín de palabras para llegar a entender la complejificación del proceso civilizatorio que nos aguarda.

Desde una perspectiva etimológica, «*effondrement*» («colapso» en francés) designa la acción de romper por aplastamiento (siglo xii), vaciar las tripas de un animal (siglo xviii) o desplomarse (siglo xviii), pero también el hecho de sufrir una bajada de precios (siglo xix) o un abatimiento (siglo xix)[2]. Hoy en día, al igual que su traducción en castellano, se usa casi siempre para referirse al desplome o destrucción de una estructura, de un imperio, de los valores de la bolsa o del estado anímico de una persona.

En el ámbito de la historia y de la arqueología, el término se usa para describir la *caída* (relativamente rápida) o el *ocaso* (relativamente lento) de reinos, imperios, Estados, naciones, sociedades y civilizaciones. La definición —muy aceptada— de Jared Diamond lo describe mediante los efectos que provoca, la «reducción drástica de la población humana y/o la complejificación política/económica/social a lo largo de un territorio considerable y durante un periodo de tiempo prolongado[3]». La de Yves Cochet, citada en la introducción, quizá sea menos útil para los arqueólogos, pero es más acorde a nuestra época: «El proceso a partir del cual una mayoría de la población ya no cuenta con las necesidades básicas (agua, alimentación, alojamiento, vestimenta, energía, etc.) cubiertas [por un precio razonable] por los servicios previstos por la ley».

La expresión «colapso de la civilización industrial» tiene una resonancia seria —más en el mundo francófono e hispanohablante que en el anglosajón (*collapse*)— porque conlleva tres clichés: el primero es el de un posible fin de las grandes instituciones que garantizan la ley y el orden social, cosa que, para un ser moderno (y liberal), supone necesariamente una vuelta a la barbarie; la segunda es que un colapso provocaría un gran vacío que apenas podemos imaginar, de tan embebidos como estamos por la imagen religiosa del apocalipsis; la tercera es que parece referirse a un momento relativamente corto, un evento terrible, un jarro de agua fría que caería sobre la sociedad entera y que se podría datar con facilidad *a posteriori*.

No obstante, según ciertos estudios antropológicos, la ausencia de gobierno o de Estados no implica necesariamente una vuelta a la barbarie[4], sino que a veces es al contrario[5]. Además, después de los colapsos no viene el fin del mundo, como demuestran muchos ejemplos de la historia. En realidad, generalmente duran varios años, varias décadas o incluso varios siglos en el caso de civilizaciones enteras, y es complicado fecharlos con precisión. En su ensayo prospectivo *The collapse of western civilization: a view from the future* [El colapso de la sociedad occidental: una visión desde el futuro][6], los historiadores de la ciencia Naomi Oreskes y Erik Conway describen el colapso al que nos dirigimos desde la perspectiva de historiadores de finales del siglo xxi. Estos deciden establecer el inicio del

«periodo oscuro» en 1988, año de creación del IPCC. De hecho, ¿acaso no habría empezado realmente el naufragio del *Titanic* desde el instante en el que sonó la alarma?

Hemos tratado de limitar nuestro uso de la palabra «crisis», que remite a una situación efímera. Una crisis mantiene la esperanza de una vuelta a lo normal, sirviendo así de pretexto a las élites económicas y políticas para imponer a la población medidas que nunca se habrían tolerado «en un momento normal». Al apelar a la urgencia, la crisis alimenta de forma paradójica la idea de continuidad.

Resulta interesante señalar que nuestro vocabulario latino solo cuenta con la palabra «problema» para referirse a una situación muy complicada (los sinónimos no tienen tanta fuerza). Cualquiera sabe que, cuando se tiene un problema, se analiza la situación, se busca una *solución* —a menudo, técnica—, y se aplica, lo que hace desaparecer así el problema. Como la crisis, el problema es puntual y reversible. Pero el inglés posee una palabra más, «*predicament*», que se ajusta más al concepto de colapso. Un *predicament* designa una situación inextricable, irreversible y compleja para la cual no hay soluciones, sino medidas que tomar con tal de adaptarse. Así sucede con enfermedades incurables que, a falta de «soluciones», obligan a tomar caminos —no siempre fáciles— que permiten *vivir con ellas*[7]. Ante un *predicament*, hay acciones por llevar a cabo, pero no hay soluciones.

No hemos querido usar el término «decrecimiento» porque no se refiere tanto a una realidad histórica sino a un programa político voluntarista (la frugalidad y la convivencia) destinado, precisamente, a evitar un colapso[8]. Pero dicho «compromiso» insinúa una reducción gradual, controlada y voluntaria de nuestro consumo material y energético, que, como veremos en las próximas páginas, no es muy realista. A diferencia del decrecimiento, la idea de colapso conserva la posibilidad de pensar en un futuro que no esté totalmente bajo control…

A menudo se describe la convergencia de catástrofes con eufemismos optimistas que hacen hincapié en lo que ocurrirá con el mundo industrial moderno. Es lo que sucede con la «metamorfosis» de Edgar Morin, la «mutación» de Albert Jacquard o la «transición» de Rob Hopkins.

Expresiones de ese tipo son estupendas para despertar el entusiasmo de las masas y para abrir el imaginario de un futuro no necesariamente nihilista ni apocalíptico, pero evacúan con demasiada facilidad el sentimiento de urgencia y cuestiones como el sufrimiento, la muerte, las tensiones sociales o los conflictos geopolíticos. Nosotros las usaremos con mucho gusto, sin embargo, en el marco de las «políticas del colapso»; es decir, en los casos en que la descripción de los hechos no basta, sino que se requieren esperanza y un cierto grado de voluntarismo (ver capítulo 10).

¿QUÉ NOS ENSEÑAN LAS CIVILIZACIONES DEL PASADO?

Todas las civilizaciones que nos han precedido, por poderosas que fueran, han sido víctimas de declives y colapsos. Algunas han podido recuperarse, otras no, y las razones por las que cayeron se han debatido con dureza durante cientos de años. El historiador y filósofo árabe del siglo xiv Ibn Jaldún (1332-1406) es reconocido por ser el primero en articular una teoría coherente sobre los sucesivos periodos de auge y declive de las civilizaciones[9]. En el siglo xviii, Montesquieu[10] (1689-1755) y el historiador británico Edward Gibbon[11] (1737-1794) prestaron especial atención al esplendor y la decadencia del Imperio romano. A principios del siglo xx, tras los descubrimientos arqueológicos del siglo anterior, Oswald Spengler[12] (1880-1936) y Arnold Toynbee[13] (1889-1975) también trataron de esbozar «historias universales» de las civilizaciones, que, aunque resultaron muy controvertidas en los medios académicos, contribuyeron en gran medida a que el tema ganara popularidad. En Francia, a partir de 1929, la Escuela de los Anales se interesó por los elementos recurrentes y las constantes del pasado mediante enfoques multifactoriales y el desarrollo de un método interdisciplinar. Hoy en día, autores de éxito como Jared Diamond, Joseph Tainter, Peter Turchin[14] o Bryan Ward-Perkins[15] dan cuenta de la diversidad de los puntos de vista, las hipótesis y las interpretaciones que genera este asunto, pero la mayoría está de acuerdo, probablemente por «prudencia científica», en que los conocimientos científicos y arqueológicos no pueden servir para deducir nada acerca de un

posible colapso de nuestra civilización. En esta sección, nosotros intentaremos ser *un poco menos* prudentes…

Las causas de colapso se suelen agrupar en dos categorías: las causas endógenas, generadas por la propia sociedad: inestabilidades económicas, políticas o sociales; y las exógenas, es decir, asociadas a eventos catastróficos externos, como un cambio climático abrupto, un terremoto, un tsunami, una invasión extranjera, etc.

Jared Diamond identifica cinco factores de colapso —recurrentes y con frecuencia sinérgicos— de las sociedades que ha estudiado: las degradaciones medioambientales o disminución de los recursos, el cambio climático, las guerras, la pérdida repentina de socios comerciales y las (malas) reacciones de la sociedad frente a los problemas medioambientales. Para él, las condiciones ecológicas constituyen el principal factor causante del colapso de las grandes ciudades mayas en los albores del siglo ix, de los vikingos en el siglo xi o de la isla de Pascua en el siglo xviii. Pero sería un error considerar las causas ecológicas como meros factores externos, pues Diamond (aunque no es el único) aclara que el único factor común a todos los colapsos es el quinto, el referente al orden sociopolítico: los fallos institucionales, la cerrazón ideológica, las desigualdades (ver capítulo 8), y sobre todo, la incapacidad de la sociedad —y en concreto, de las élites— para reaccionar de forma apropiada a los fenómenos potencialmente catastróficos. Al final de su libro, Jared Diamond se pregunta por las razones que llevan a las «sociedades» a tomar malas decisiones. Explica que los grupos humanos sufren catástrofes por varios motivos: porque no consiguen preverlas, porque no detectan las causas, porque fracasan en sus intentos de «resolución de problemas» o sencillamente porque no hay «soluciones» adaptadas al alcance de su conocimiento.

En efecto, el famoso quinto factor acentúa la vulnerabilidad de una sociedad (su falta de resiliencia) hasta el punto de volverla muy sensible a las perturbaciones que generalmente aguanta sin problemas. Este hecho motivó recientemente al arqueólogo y geógrafo Karl W. Butzer para proponer una nueva clasificación en la que se distinguen las «precondiciones» de un colapso (aquello que hace vulnerable a la sociedad)

de los «detonantes» (las alteraciones que la pueden desestabilizar)[16]. Las precondiciones suelen ser endógenas (incompetencia o corrupción de las élites, disminución de la productividad agrícola y pobreza, pero también disminución de los recursos naturales, etc.), reducen la resiliencia de la sociedad y constituyen factores de *decadencia*. Los detonantes, en cambio, son más rápidos y a menudo exógenos (fenómenos climáticos extremos, invasiones y agotamiento de los recursos, pero también crisis económicas, etc.), y provocan *colapsos* si se dan precondiciones «favorables». En otras palabras, lo que conocemos como catástrofes «naturales» nunca son verdaderamente ajenas a la acción humana[17].

Joseph Tainter completa la idea de fallo político al añadir un factor termodinámico, es decir, señalar que la creciente complejidad de las instituciones sociopolíticas se realiza a un «precio metabólico» cada vez más alto, que se traduce en necesidades crecientes de materia, energía y baja entropía. De hecho, las grandes civilizaciones han caído en una trampa entrópica de la que es casi imposible escapar. Para retomar las palabras del politólogo estadounidense William Ophuls, cuando «la cantidad disponible de recursos y de energía ya no permite mantener tales niveles de complejificación, la civilización empieza a consumirse pidiendo préstamos al futuro y alimentándose del pasado, con lo que prepara el camino a una posible implosión[18]». Llega entonces un largo periodo de «simplificación» de la sociedad, como sucedió en Europa tras la caída del Imperio romano, a lo largo de toda la Edad Media: menor especialización económica y profesional, menor centralización del control, menor flujo de información entre los individuos y entre los grupos, y menor comercio y especialización entre los territorios.

Los historiadores Peter Turchin y Sergey Nefedov generalizan este fenómeno con la descripción —y la modelización— de la historia reciente como una sucesión de fases de excedentes y déficits económicos —¡y energéticos!—, en «ciclos» de auge y de decadencia semejantes estructuralmente. La Inglaterra medieval (periodo Plantagenet) y premoderna (periodo Tudor-Estuardo), la Francia medieval (periodo

capetiano) o la Antigua Roma (periodo republicano), entre otros, atravesaron fases de expansión, de estanflación, de crisis y de decadencia[19].

Los estudios históricos y arqueológicos no acaban de ponerse de acuerdo, como demuestra el reciente análisis de Butzer, que propone, gracias a un nuevo marco heurístico, profundizar en el estudio de las interacciones entre las dimensiones socioeconómicas y ecológicas más que en la identificación de uno o varios factores responsables de los colapsos[20]. ¿Qué lecciones podemos aprender de ahora en adelante?

¿Y en la actualidad?

Para empezar, destaquemos que el mundo presenta señales alarmantes relacionadas con al menos tres de los cinco factores identificados por Diamond: degradaciones medioambientales, cambios climáticos y, sobre todo, fallos sociopolíticos (bloqueo sociotécnico, ceguera de las élites, inmensas desigualdades, etc.). Por su parte, la civilización termoindustrial, que solo incluye a una parte de la población del planeta, presenta, *además*, los signos característicos que preceden a un colapso según Tainter: una complejidad creciente cada vez más energívora (capítulo 5) junto con la llegada de una fase de productividad decreciente (capítulo 2).

No obstante, nuestra situación difiere de las anteriores en tres aspectos, totalmente nuevos: primero, por el carácter global de nuestra civilización industrial y de las amenazas que la acechan (el clima, las degradaciones, la falta de recursos, los riesgos sistémicos, etc.); después, por la simultaneidad de distintas «precondiciones» y numerosos «detonantes» potenciales; y, por último, por las posibles interacciones (y refuerzo mutuo) entre todos los factores[21]. Hoy en día, las amenazas son proporcionales a nuestra potencia, y la «altura» del colapso podría medirse desde la perspectiva de nuestra increíble capacidad para mantenernos «fuera de la realidad».

¿CÓMO ES EL HUNDIMIENTO?

La respuesta está clara: desde luego, no de manera homogénea, ni en el tiempo ni en el espacio. A continuación, presentamos diferentes modelos para tratar de entender estas dinámicas.

Las diferentes fases de un colapso

El ingeniero ruso-estadounidense Dmitry Orlov se ha hecho famoso por estudiar el colapso de la Unión Soviética y compararlo con el colapso —para él, inminente e inevitable— de Estados Unidos[22]. Es reciente su propuesta de un nuevo marco teórico que descompone los colapsos en cinco fases[23] según su gravedad, de menor a mayor: colapso financiero, económico, político, social y cultural. En cada una de las fases, el colapso puede detenerse o intensificarse y pasar a la fase siguiente en una especie de espiral de colapso. La Unión Soviética, por ejemplo, alcanzó la tercera fase (el colapso político), que desembocó en una profunda alteración de la sociedad rusa, pero no en su desaparición. Gracias a la escala de Orlov, disponemos de una gradación para los colapsos, que pueden ser de múltiples naturalezas e intensidades, análoga a la escala Richter para clasificar los terremotos.

Se produce un **colapso financiero** cuando «la esperanza de un "*business as usual*" se desvanece. El riesgo ya no se puede evaluar y los activos financieros no pueden garantizarse; las instituciones financieras se vuelven insolventes; el ahorro se destruye y se pierde el acceso al capital». ¡Adiós a los ahorros, los préstamos, las inversiones, los seguros y los fondos de pensión! Como ocurrió en Argentina en 2001, la confianza, al igual que el valor monetario, desaparecen rápidamente. Los bancos permanecen cerrados hasta nueva orden y el Gobierno pone en marcha medidas de emergencia (nacionalizaciones, expansiones monetarias, asistencia social, etc.) con el fin de evitar revueltas. En este caso, de acuerdo con Orlov, más vale acostumbrarse a vivir con poco o nada de dinero…

Un **colapso económico** se da cuando «la esperanza de que "el mercado proveerá" se desvanece. Las mercancías se acumulan; las cadenas de

abastecimiento se rompen; la escasez generalizada de productos básicos se convierte en la norma». La cantidad y la diversidad de los intercambios comerciales y de información disminuyen drásticamente. La economía se «descomplejifica» poco a poco. Como sucedió en Cuba en los años noventa, las importaciones caen y los centros comerciales terminan cerrando por falta de mercancía. Ya no hay abundancia material y se dispara la economía informal: trueque, reparaciones de toda clase, reciclaje, comercio de segunda mano, etc. Para controlar el curso de la situación, el Gobierno trata de regular los mercados imponiendo un control de precios o políticas de racionamiento. En este caso, más vale tener los medios para cubrir las necesidades básicas de la familia y de las personas del entorno…

Un **colapso político** tiene lugar cuando «la esperanza de que "el Gobierno se haga cargo de los ciudadanos" se desvanece. Las medidas económicas del Gobierno han fracasado; la clase política pierde la legitimidad y la pertinencia». Es un proceso de «desestructuración». Con el pretexto de mantener el orden, los Gobiernos decretan toques de queda o leyes marciales. Como en el caso de lo que antes era la URSS, la corrupción local sustituye a los servicios que antes proporcionaba la administración. Los servicios públicos ya no están garantizados, no hay mantenimiento en las carreteras, surgen dificultades en la evacuación de desechos, etc. Según Orlov, tanto para Estados Unidos como para la mayoría de los países ricos, estas tres primeras fases son ya inevitables.

Un **colapso social** ocurre cuando «la esperanza de que "los iguales se ayuden entre sí" se desvanece. Las instituciones sociales locales, ya sean organizaciones caritativas u otros grupos que se precipitan a llenar el vacío de poder, se quedan sin recursos o fracasan por conflictos internos». Entramos, pues, en un mundo de bandos, de guerras civiles y de «sálvese quien pueda». En esta fase, se pone en marcha un proceso de «despoblación»: conflictos, desplazamientos, desnutrición, hambrunas, epidemias, etc. Más vale formar parte de comunidades pequeñas que permanezcan unidas, donde la confianza y la ayuda mutua sean valores fundamentales.

Un **colapso cultural** se produce cuando «la fe en la bondad humana se desvanece. La gente pierde la amabilidad, la generosidad, la consideración, el afecto, la honestidad, la hospitalidad, la compasión y la caridad». En este contexto, identificarse con el prójimo resulta cada vez más difícil, y al perder la capacidad de empatía se pierde lo que solemos llamar «la humanidad». Por desgracia, las ciencias sociales y humanas apenas han estudiado este tipo de situaciones excepcionales.

Recientemente, Orlov sugirió añadir una sexta y última fase a su modelo, la del **colapso ecológico**[24], donde la posibilidad de recuperar una sociedad en un medioambiente extenuado sería ínfima, por no decir inexistente (ver el final de este capítulo).

En el tiempo

La observación de los sistemas socioecológicos (interacciones entre los sistemas naturales y los humanos) muestra que nada de lo que está vivo es realmente estable ni se encuentra en equilibrio. Los sistemas complejos están sujetos a dinámicas cíclicas. Según la teoría del ciclo adaptativo (y de la panarquía), desarrollada por los ecólogos C. S. Holling y L. H. Gunderson en los años setenta en el marco del estudio de la resiliencia ecológica[25], todos los sistemas pasan por ciclos de cuatro fases: una fase de crecimiento (r) en que el sistema acumula materia y energía; una fase de conservación (K) en que el sistema se vuelve más y más interconectado, rígido y, por ende, vulnerable; una fase de colapso o de «distensión» (Ω); y por último, una fase de rápida reorganización (α), que conduce a otra fase de crecimiento (en unas condiciones a menudo muy distintas), y así sucesivamente. Si consideramos que el sistema socioeconómico industrial actual puede analizarse con este modelo, habría finalizado la fase de crecimiento (capítulo 1) y se encontraría en la fase de conservación, caracterizada por una alta vulnerabilidad (capítulos 2 y 3) causada por una fuerte interconectividad (capítulo 5) y una intensa rigidez (capítulo 4).

Por otra parte, alejados de los modelos cíclicos, hay quienes han querido estudiar la dinámica correspondiente a la fase de colapso, con el objetivo de responder a la desgarradora pregunta: ¿cuánto tiempo puede durar? De acuerdo con el físico y analista David Korowicz, dicha fase puede seguir, en teoría, tres trayectorias: una decadencia lineal, una decadencia fluctuante o un colapso sistémico[26].

En el modelo de la **decadencia lineal**, los fenómenos económicos responden de forma proporcional a sus causas. Se trata de una hipótesis poco realista según la cual, por ejemplo, la estrecha relación entre el consumo de petróleo y el PIB seguiría siendo la misma tras el pico del petróleo. La economía empezaría a decrecer progresivamente y de manera controlada, con lo que daría la posibilidad y, sobre todo, el tiempo suficiente para llevar a cabo una gran transición hacia las energías renovables a la vez que cambiamos nuestro comportamiento. Este es el escenario más optimista de los objetores del crecimiento y de los «transicionistas» (ver capítulo 10).

Respecto al modelo de la **decadencia fluctuante**, el nivel de actividad económica alterna entre picos de recuperación y de recesión, pero con una tendencia general a la baja. Existe una dinámica de este tipo en el caso del precio del petróleo, que, cuando está alto, sume a la economía en la recesión, con lo que cae el precio del barril y puede recuperarse una especie de crecimiento hasta que el precio del barril alcanza de nuevo una cumbre. Cada recesión deteriora más la capacidad de recuperación del sistema, que poco a poco va perdiendo resiliencia. Las deudas se acumulan y la posibilidad de invertir en la explotación de combustibles fósiles y en las energías renovables se reduce de manera alarmante. Este modelo, que coincide (en su lentitud) con el del colapso «catabólico» ideado por el escritor prospectivista John Michael Greer[27], es mucho más realista que el primero y todavía deja margen para que las sociedades se adapten. Hoy en día es nuestra mejor esperanza, y solo depende de las medidas que *estamos* tomando ahora.

El modelo de colapso sistémico, basado en un estudio mucho más preciso de las dinámicas de los sistemas complejos y de las redes, atribuye a

nuestra civilización el comportamiento de un sistema altamente complejo, como describimos en los capítulos 3 y 5[28]. Pero el traspaso de puntos de inflexión invisibles junto con una sucesión de pequeñas alteraciones puede provocar cambios considerables cuya magnitud es prácticamente imposible de prever. Las relaciones de causalidad son no lineales, pues el sistema está mezclado con numerosos bucles de retroacción. La consecuencia de este tipo de dinámica es que resulta intelectualmente —y, desde luego, materialmente— difícil plantear una contracción progresiva y controlada del sistema económico global manteniendo el nivel de vida necesario para controlarlo. En otras palabras, este modelo predice el traspaso de umbrales desapercibidos en un primer momento, pero con posteriores efectos combinados, no lineales y terribles, en lugar de apacibles fluctuaciones o de un decrecimiento tranquilo y bajo control del sistema económico actual.

En el espacio

El corazón de nuestra civilización industrial está conformado por sociedades altamente técnicas y complejas donde la clase rural se ha reducido a pequeños porcentajes de la población, y muchos de los conocimientos y las formas de socialización tradicionales han desaparecido. Es el caso de todos los países industrializados, con la excepción de ciertas regiones que el «progreso» ha dejado de lado. Así, algunos lugares «apartados» del este y del sur de Europa, o de Latinoamérica, por ejemplo, que siguen contando con una clase rural, se encuentran en lo que conocemos como semiperiferia: una zona donde la influencia del sistema mundo[29] aún no es total. Además, todavía quedan en la periferia del mundo «moderno» algunas zonas más o menos a salvo, «en vías de desarrollo», que han conservado en gran parte sus sistemas comunitarios y tradicionales. Estas han «preservado formas de actuar colectivamente hasta un grado admirable[30]» por tres razones: no han aumentado de tamaño, han permanecido lejos de las consideraciones de los Estados del «centro», y son increíblemente creativas a la hora de mantener sus valores fundamentales.

La caída de una civilización o de un imperio se caracteriza en un principio por la pérdida del control sobre la periferia. Eso reduce la cantidad de recursos disponibles para el corazón del imperio, con lo que se precipita la caída.

Esta descripción concéntrica del mundo resulta útil si consideramos, como ya hemos visto, que el «corazón» del mundo industrial es el que sufrirá las consecuencias más graves de un colapso. Por ejemplo, las comunidades que practican la agroecología en Zambia o en Malaui apenas se vieron afectadas por la crisis alimentaria que provocó la crisis económica de 2008, porque no estaban conectadas con el sistema industrial mundial[31]. No hubo revueltas causadas por el hambre. Los países europeos, en cambio, tienen muy poca autonomía en cuanto a su alimentación. En el Reino Unido, por ejemplo, se estima que la producción de las tierras de cultivo solo supone el 50% de las necesidades alimentarias de la población[32].

De modo que la posible llegada de un colapso invierte el orden del mundo. Las regiones periféricas y semiperiféricas del sistema mundo moderno son las más resilientes, y no solo porque las alteraciones económicas y energéticas que tendrán que soportar serán menores (¡aunque no será así con respecto al clima!), sino sobre todo porque constituyen un espacio de autonomía indispensable para la creación de alternativas sistémicas, un espacio dinámico de cambio social. ¿Serán entonces los «núcleos de recuperación» de una civilización las regiones que ahora se consideran las menos «avanzadas»?

¿…HASTA EL CUELLO?

¿Podremos reiniciar el sistema tras una corta avería?

¿Quién no ha pensado nunca en parar todo, hacer borrón y volver a empezar sobre unos nuevos cimientos? ¿Qué podría ser más sano para el sistema financiero? Por el contrario, para el sistema económico, sus infraestructuras industriales y sus líneas de producción, podría resultar mucho más

problemático por una simple razón: «los sistemas se oxidan y se deterioran[33]». No es sencillo volver a arrancar. Con la crisis económica de 2008, por ejemplo, Alemania sufrió una fuerte disminución de la actividad del transporte. Trenes y locomotoras se detuvieron temporalmente, y cuando, un año después, se tomó la decisión de ponerlos otra vez en marcha, muchos elementos presentaban alteraciones que requerían reparaciones importantes y costosas[34].

Nuestras sociedades son lo bastante resilientes como para soportar rupturas repentinas y relativamente cortas (alimentación, energía, transporte, etc.). Pero las rupturas demasiado largas (desde varios días a varias semanas) se vuelven irreversibles desde el momento en que la descomposición entrópica de las infraestructuras de producción es considerable. Como sucede con una crisis cardiaca, cada minuto cuenta y nos aleja de una posible «vuelta a lo normal».

Este efecto «reinicio» (*reboot*) es aún más marcado cuando la situación de emergencia obliga a los actores presentes a concentrar sus esfuerzos en las necesidades inmediatas y, por lo tanto, a sacrificar las inversiones para el futuro. Además, una sucesión de situaciones de emergencia reduce progresivamente la capacidad de adaptación (la resiliencia) de las instituciones y de las personas, que son cada vez menos aptas para organizar «reactivaciones». Las poblaciones, más pobres y vulnerables, por ejemplo, ya no estarían protegidas por «mallas de seguridad» como los seguros que cubren los gastos de las catástrofes, o por una economía globalizada que redistribuye la producción alimentaria. Cuantas más «crisis» y catástrofes, menor será la posibilidad de reiniciar fácilmente «la máquina».

Y lo que es aún más dramático, las largas averías de electricidad, añadidas a rupturas en el abastecimiento de petróleo, podrían entorpecer los procedimientos de paro de emergencia de los reactores nucleares. Porque —hay que recordarlo— hacen falta semanas, incluso meses de trabajo, energía y manutención para enfriar y volver a poner en marcha la mayoría de los reactores…

¿Podremos reiniciar una civilización tras un colapso?

El sistema hipercomplejo que constituye nuestra civilización ha permitido la acumulación de una enorme cantidad de conocimientos, que ha sido posible gracias al consumo de una gran cantidad de energía (como ya hemos visto), pero también a la interconexión entre un número considerable de personas. De hecho, los antropólogos concluyeron hace tiempo que la complejificación de una cultura era proporcional al tamaño del «grupo» humano donde se desarrolla. Según dicha teoría, que recientemente ha apoyado un experimento realizado por un equipo de investigadores de la Universidad de Montpellier[35], cuanto más grandes son los grupos, menos son los conocimientos que se pierden accidentalmente y más abundante es la innovación. Dicho de otro modo, las grandes sociedades confieren ventajas evolutivas concretas en lo referente a la adaptación a las condiciones del medio. Pero esta ventaja tiene una implicación: la imposibilidad de dar marcha atrás. «Cuanto mayor es nuestra dependencia de los grandes conocimientos para sobrevivir, mayor es también nuestra necesidad de vivir en grandes grupos[36]». Como señalan los investigadores, la reducción del tamaño de un grupo puede provocar una importante pérdida de competencias, y así acelerar la decadencia o causar el colapso de la sociedad. De esta forma, la posibilidad de que nuestra civilización industrial atraviese una «desglobalización» y una «descomplejificación» conlleva otro hecho: la imposibilidad de conservar toda la cultura de nuestra civilización, dentro de la cual se encuentran algunos conocimientos esenciales para la supervivencia de la mayoría de nosotros.

Si no podemos trasmitir todo nuestro saber a las generaciones futuras, entra en juego otro problema principal: el riesgo nuclear. ¿Cómo conseguir que las generaciones futuras sepan «gestionar» ese sector energético? Nada menos que hoy en día, dicha industria se encuentra ante una situación dramática de renovación del saber. En Francia, por ejemplo, «el presidente de Électricité de France declaró en 2011 que para 2017 la mitad de los agentes que trabajaban en el sector nuclear se jubilarían. ¿Cómo formar a la

mitad de los técnicos de una flota de 58 reactores nucleares en seis años? […] Muchos jóvenes ingenieros nucleares con estudios no entran en la industria o la abandonan poco tiempo después[37]». Y el colmo es que investigadores estadounidenses se dieron cuenta de que la mejor manera de transmitir el conocimiento durante largos periodos era a través de la tradición oral, es decir, la transmisión de mitos de boca en boca (y no por escrito o, peor, mediante datos electrónicos). De forma que los expertos nucleares decidieron buscar consejo en los «especialistas» de estas tradiciones: los escasos indígenas americanos que siguen vivos, precisamente aquellos cuyo pueblo fue perseguido para explotar el uranio[38]…

Sin el conocimiento técnico ya acumulado, ¿qué harán las generaciones futuras para intentar tratar la toxicidad de los residuos que ha producido nuestra generación? Esta es una cuestión crucial que solo se plantea *en el mejor de los casos*, el de que los 230 reactores que están en funcionamiento en la actualidad se hayan podido detener con éxito. En efecto, las inestabilidades geopolíticas y el calentamiento global no son los únicos que ponen en serio peligro el funcionamiento normal de los reactores (terrorismo, conflictos armados, escasez de agua para el enfriamiento, inundaciones, etc.)[39], sino que, en caso de colapso financiero, económico y político de las regiones nucleares, ¿quién podrá garantizar el mantenimiento de los puestos de trabajo de los cientos de técnicos e ingenieros encargados de la mera extinción de los reactores[40]?

Claro está que la vida no se acaba tras un accidente nuclear, como demuestra la vuelta a la vida salvaje de la zona que rodea a la central de Chernóbil y, en concreto, en la ciudad fantasma de Prípiat. Pero ¿de qué clase de vida se trata? ¿Será la que permita a nuestros descendientes reconstruir una civilización?

X
¿QUÉ SUCEDE CON LOS HUMANOS?

En el fondo, la verdadera cuestión que plantea el colapso de la civilización industrial, más allá de su fecha concreta, de su duración y de su velocidad, es la de saber si nosotros, como individuos, vamos a sufrir o morir de forma anticipada. Si lo proyectamos a la escala de las sociedades, se trata de la perennidad de nuestra descendencia, e incluso de nuestra «cultura». ¿Puede todo eso detenerse antes de lo previsto?

El colapso y el propio estudio del colapso constituyen oportunidades para observar al ser humano desde un nuevo ángulo. Así que nos adentraremos en sus misterios por diferentes puertas: la demografía, la psicología, la sociología y la política, que son al mismo tiempo ramas de una colapsología todavía incipiente.

¿CUÁNTOS SEREMOS A FINALES DE SIGLO? (DEMOGRAFÍA DEL COLAPSO)

No se podría hablar de colapso sin abordar la cuestión demográfica. El problema es que no resulta posible hablar de demografía con serenidad. Es un tema completamente tabú, y poca gente osa plantearlo públicamente[1] sin temor a llegar inmediatamente a un punto Godwin (un momento a partir del cual toda discusión se vuelve imposible porque una de las personas acusa a la otra de «nazi»). En demografía, dicho umbral se manifiesta de otro modo, y siempre es el mismo: «Quieres que hagamos como en China, ¿no?».

En un debate sobre el futuro del mundo, se puede hablar de todos los temas y discutir todas las cifras referentes a la energía, al clima, a la agricultura, a la economía, pero jamás se cuestionan las cifras oficiales de la ONU respecto a la población: 9.000 millones en 2050 y entre 10.000 y

12.000 millones en 2100[2]. Haced el experimento: iniciad, por ejemplo, un debate sobre el futuro de la agricultura con una persona al azar, y cualquier argumentación *empezará* con el golpe de esta misma cifra: 9.000 millones en 2050.

Ahora bien —¿es necesario recordarlo?—, esta cifra es una previsión matemática obtenida mediante un modelo teórico. Dicho modelo, por cierto, está completamente desconectado de las realidades del sistema Tierra, porque se basa únicamente en proyecciones de las tasas de natalidad, mortalidad e inmigración de las poblaciones actuales, sin tener en cuenta factores como los recursos, la energía, el medioambiente o la contaminación. Se trata de un modelo «fuera de la realidad o fuera del suelo», y se resume así: nuestra población debería alcanzar los 9.000 millones en 2050 *siempre y cuando las circunstancias no varíen*. El problema es que las circunstancias sí varían, como detallamos en la primera parte del libro. Por lo tanto, puede que seamos menos de lo previsto en 2050 o en 2100. Pero, entonces, ¿cuántos seremos?

Para el equipo Meadows (ver capítulo 8), que desarrolló en el MIT un modelo mucho más anclado al sistema Tierra, la inestabilidad de nuestra civilización industrial conduce a un descenso «irreversible e incontrolado» de la población humana a partir de 2030. Esto no supone una previsión, desde luego, ya que, a pesar de su robustez, este modelo no tiene en cuenta los cisnes negros, es decir, los sucesos imprevisibles positivos (invenciones geniales o avances humanísticos) y negativos (una guerra total, un asteroide gigante, graves accidentes nucleares, etc.). Así que, ¿a quién debemos creer?

¿Cornucopianos o maltusianos?

En realidad, la importancia de estos dos modelos no radica tanto en que aporten buenas previsiones sino en que nos ilustran dos maneras de ver el mundo: la visión cornucopiana y la visión maltusiana. El cornucopiano es aquel que vive en el mito del cuerno de la abundancia, según el cual el

porvenir es un progreso continuo e ilimitado en que el ser humano continuará controlando su entorno gracias a sus avances técnicos y a su ingenio. Para los maltusianos, en cambio, los avances y el ingenio tienen límites (y fronteras, por lo tanto), y estamos llegando a un momento en que se hace difícil, por no decir imposible, seguir con la trayectoria de crecimiento continuo (de nuestro consumo, nuestros impactos y nuestra demografía) que emprendimos al principio de la modernidad.

Estos dos imaginarios no son ni incompatibles ni exclusivos; simplemente se suceden. Los animales viven en un mundo maltusiano donde los límites de su población y de su consumo están determinados por la capacidad de carga del medio. Los humanos alternan entre fases cornucopianas y maltusianas, encadenan ciclos de civilizaciones desde hace miles de años: nacimiento, crecimiento, estancamiento, decadencia y después renacimiento o extinción. La fase de crecimiento es cornucopiana, evidentemente, porque el medioambiente todavía permanece más o menos intacto. Luego, con cada «empujón demográfico», el cerco de los límites del medio se cierra en torno a la población, lo que estimula la innovación técnica y permite ampliar artificialmente los primeros límites físicos[3]. Pero llega un momento en que la civilización choca contra tantos límites y fronteras (en general, el clima, los recursos, la complejificación y la política) que vuelve a caer de forma brusca en un mundo maltusiano. Entonces, las cifras de la población caen porque la sociedad ya no puede mantener las condiciones de su propia supervivencia.

Así que la cuestión es saber si (y cuándo) los países industrializados se volcarán de nuevo en ese mundo maltusiano para unirse a la comitiva de países que ya padecen guerras, hambrunas y enfermedades. La curva de la tasa global de mortalidad remontaría, seguida unos años después —curiosamente— por la tasa de natalidad (aunque en menor medida). De hecho, lo paradójico es que en un mundo maltusiano ¡la gente tiene muchos hijos!, mientras que en un mundo de abundancia material las tasas de natalidad caen (la famosa «transición demográfica»). Sin embargo, la subida de la natalidad que sucedería a un colapso, ese «impulso de vida», no podría compensar la explosión de la tasa de mortalidad. Al contrario,

contribuiría a acelerar el agotamiento de los recursos. Esa sería la lógica de la demografía de un colapso.

Las mencionadas tendencias están descritas por las curvas del informe Meadows, pero merecerían investigaciones mucho más precisas y rigurosas. Mientras tanto, se gestan los pronósticos de algunos colapsólogos, basados esencialmente en la intuición o en cálculos aproximados. Alcanzamos cifras que van desde algunos millones a 1.000 o 2.000 millones de habitantes en la Tierra en 2100… Porque, si consideramos la disponibilidad de energías fósiles que favoreció la explosión demográfica del siglo pasado, resulta muy perturbador imaginar un mundo privado, por ejemplo, de abonos nitrogenados industriales (fabricados con grandes cantidades de gas natural)[4]. Para Vaclav Smil, investigador especializado en las relaciones entre energía, medioambiente y población, sin los abonos que han permitido a la agricultura producir tanto (a un precio energético prohibitivo), dos de cada cinco personas en la Tierra no estarían vivas[5]. En Bélgica, por ejemplo, que es el cuarto país más denso del mundo, con nueve habitantes por cada hectárea de tierra cultivable, podemos preguntarnos qué comerá la población si el sistema de alimentación industrial colapsa antes de que se pongan en funcionamiento sistemas agroecológicos resilientes y productivos[6].

¿Ser ricos o ser muchos?

Las personas alérgicas al debate sobre la disminución de la natalidad afirman que lo primero es reducir la huella ecológica por habitante de los países más ricos —y ante todo, redistribuir mejor la riqueza— antes de plantearse siquiera hablar de demografía. El argumento es admisible, en la medida en que el impacto de una población sobre su medio depende de tres factores: su población (P), su nivel de vida (A) y su nivel técnico (T) [I = P x A x T][7]. Pero contemplar únicamente la disminución de los dos últimos (reducción del nivel de consumo y mejora de la eficiencia técnica) dista de ser suficiente para desviar realmente nuestra trayectoria exponencial. No

solo no lo hemos conseguido (entre otros, por culpa del efecto rebote[8] y del fenómeno de consumo ostentatorio), sino que todos los esfuerzos serán en vano si el primer factor continúa en aumento.

Los límites y el traspaso de fronteras se han convertido en una cuestión muy incómoda, porque, a la espera de hipotéticas medidas políticas para reducir las insoportables desigualdades del mundo, esta se traduce en términos demográficos de la siguiente manera: a escala global, ¿preferimos ser menos gente y consumir más o ser más y consumir menos? De momento, los escasos intentos de reducción voluntaria de la población y del consumo no han dado muy buenos resultados, y siguen sin surgir debates institucionales serios sobre el tema. Pero si hoy en día no podemos plantearnos decidir colectivamente quiénes van a nacer (y cuántos), ¿podremos plantearnos con serenidad decidir dentro de unos años quiénes van a morir (y cómo)?

¿NOS MATAREMOS LOS UNOS A LOS OTROS? (SOCIOLOGÍA DEL COLAPSO)

Un futuro a lo *Walking Dead*

Los desplazamientos masivos de poblaciones y los conflictos por el acceso a los recursos ya han empezado. La guerra del Darfur (Sudán) fue uno de los primeros casos (al menos, el más conocido) de «guerra climática[9]». Según Harald Welzer, psicólogo social y especialista en las relaciones entre la evolución de las sociedades y la violencia, estos conflictos tenderán a intensificarse y multiplicarse, porque, sea cual sea la causa, los humanos, por la construcción de ficciones identitarias, siempre encuentran un motivo para matarse entre sí. Aunque las causas iniciales sean la escasez de recursos, los desplazamientos de poblaciones, las hambrunas, las enfermedades o los fenómenos meteorológicos extremos, los conflictos armados pueden disfrazarse de conflictos religiosos o de guerras ideológicas.

Welzer explica cómo una sociedad puede, de forma lenta e imperceptible, estirar los límites de lo tolerable hasta el punto de replantearse sus valores pacíficos y humanos y caer en lo que habría considerado inaceptable unos años antes. La gente se acostumbrará (ya lo hace) a los fenómenos climáticos extremos, a los episodios de escasez alimentaria y a los desplazamientos de población. Los habitantes de los países ricos, muy probablemente, se acostumbrarán también a políticas cada vez más agresivas con los inmigrantes o contra otros Estados, pero sobre todo se volverán más indiferentes a la injusticia que sufren las poblaciones afectadas por las catástrofes. Ese desajuste será el terreno de futuros conflictos.

Según el último informe del IPCC, el cambio climático «aumentará el riesgo de fenómenos violentos en forma de guerras civiles y conflictos intergrupales[10]». En 2013, un estudio publicado en la revista *Science* confirmó esta tendencia al demostrar, mediante datos históricos que se remontaban a más de 10.000 años sobre 45 conflictos en todo el mundo, que la elevación de la temperatura media y el cambio del régimen de precipitaciones estaban sistemáticamente relacionados con el aumento de las violencias interpersonales y los conflictos armados[11].

Desde luego, el clima no será la única causa de los conflictos futuros, y esta simple correlación no debe disimular el hecho de que la complejificación sociopolítica y cultural de las relaciones entre las sociedades y los individuos también tiene su parte de responsabilidad en este tipo de dinámicas[12]. No obstante, aunque todavía no están en condiciones de asignar un valor a la correlación clima-violencia con certeza (¿es posible hacerlo?), los científicos no dudan de que las catástrofes medioambientales (energía, agua, clima, contaminación, etc.) serán una clara fuente de conflictos armados y de inestabilidad social, especialmente en los países emergentes[13].

La convergencia de las «crisis» también preocupa a los ejércitos, a los Gobiernos y a las agencias de los países encargados de garantizar la seguridad interior. Como señala el experto en seguridad internacional Nafeez Mosaddeq Ahmed, el Pentágono —por ejemplo— presiente que las

catástrofes provocarán una cólera generalizada de la población dirigida a los Gobiernos y a las instituciones en los próximos años[14]. Estos últimos anticipan, por tanto, un mundo de tensión y de incertidumbre; se preparan para una mayor frecuencia de los conflictos armados, de las revueltas y de los atentados terroristas, y vigilan a su población, incluidos los movimientos pacifistas, como demuestran las revelaciones de Edward Snowden sobre la red de vigilancia mundial de la NSA. Y es que, a menudo, la escalada de la *presunta* violencia es la que genera la violencia real…

La ayuda mutua en tiempos de catástrofe

Lo que más tememos cuando pensamos en una gran catástrofe es la desaparición del orden social en que vivimos. Porque hay una creencia enormemente extendida de que, sin el orden que prevalece antes del desastre, todo degenera muy deprisa en caos, pánico, egoísmo y guerra de todos contra todos. Y sin embargo, por sorprendente que pueda parecer, algo así no ocurre prácticamente nunca. Tras una catástrofe, es decir, un «fenómeno que suspende las actividades normales y pone en riesgo o causa serios daños a una gran comunidad[15]», la mayoría de los seres humanos muestran comportamientos extraordinariamente altruistas, calmados y serenos (se excluyen de esta definición las situaciones en que no hay efecto sorpresa, como los campos de concentración y las situaciones más complejas de los conflictos armados). «Decenas de exhaustivas investigaciones sociológicas sobre el comportamiento humano ante los desastres, los bombardeos de la Segunda Guerra Mundial, las inundaciones, los tornados, los terremotos y las tormentas en el continente y en otros lugares del mundo, lo han demostrado[16]». En situaciones así, hay quienes incluso toman riesgos descabellados con tal de ayudar a otros de su entorno, tanto personas cercanas como vecinos o completos extraños. Por raro que suene, la imagen de un ser humano egoísta y enloquecido en tiempos de catástrofe no se corrobora para nada con los hechos.

Recordemos las imágenes del huracán que destrozó Nueva Orleans en 2005, en Estados Unidos: las vistas aéreas con cientos de tejados de viviendas sumergidas en una enorme superficie de agua turbia, los supervivientes —negros en su mayoría— agitando los brazos desde esos mismos tejados, los botes salvavidas con gente a bordo y los militares armados supervisando las búsquedas y los servicios de emergencia… Vienen a la mente los comentarios de los medios: robos, saqueos, violaciones, asesinatos… Caos.

Unos años más tarde, se puede afirmar con total certeza, nuestra imaginación nos ha engañado. Las imágenes de inundaciones y de militares armados eran totalmente reales, pero ese recuerdo de la catástrofe o, en concreto, el recuerdo *de la violencia social provocada por la catástrofe*, no se corresponde con la realidad. Se trata de un discurso fabricado por piezas de aquí y de allá que los medios divulgaron sin previa verificación. Porque los crímenes que anunciaron ¡nunca ocurrieron! La mentira resultó tan grave que condicionó el envío a la zona de miles de policías y militares armados y estresados… que sí agredieron *realmente* a las poblaciones en peligro y causaron verdadera violencia, posteriormente utilizada por los medios para justificar el mito de la violencia asociada a las catástrofes.

Entre las fuentes del malentendido se encontraban el alcalde de la ciudad, Ray Nagin, y el jefe de policía, Edward Compass, quienes, cuando apenas había sucedido el huracán, difundieron rumores de crímenes, de robos e incluso de violaciones a niños. Mucho tiempo después, los periodistas descubrieron que dichos rumores eran infundados, lo que llevó al jefe de policía a dimitir y a declarar públicamente: «No tenemos información oficial relacionada con ningún asesinato, violación ni agresión sexual[17]».

Si leemos los testimonios de los supervivientes de los atentados del 11 de septiembre de 2001, de los atentados con bombas en Londres, de descarrilamientos de trenes, de accidentes de avión, de explosiones de gas o de huracanes, todos coinciden en que la inmensa mayoría de los supervivientes mantienen la calma, se ayudan mutuamente y se organizan. De hecho, los individuos buscan ante todo seguridad, y, por tanto, son poco

proclives a la violencia y poco susceptibles de causar daños a sus semejantes. En resumidas cuentas, los comportamientos de competitividad y de agresividad se dejan de lado, en un impulso general donde todos los «yo» se transforman inmediatamente en «nosotros» con una fuerza que parece imparable. Como si las condiciones extraordinarias hicieran surgir comportamientos extraordinarios[18].

Las comunidades humanas poseen una increíble capacidad de «autocuración». Aunque son invisibles en tiempos de calma, estos poderosos mecanismos de cohesión social permiten a una comunidad renacer de sus cenizas tras un desastre mediante la recreación de estructuras sociales que contribuyen a su supervivencia en el nuevo entorno. El verdadero problema reside en que los planes de emergencia actuales concentran siempre sus esfuerzos en la conservación de las estructuras físicas (edificios, instituciones, etc.). Sin embargo, los científicos empiezan a comprender que «las redes económicas y sociales son más resilientes que los edificios. Los edificios se derrumban, pero los recursos humanos resisten[19]». Prepararse para una catástrofe significa, para empezar, *establecer vínculos* con los demás.

En el estado actual de las investigaciones de «sociología de las catástrofes», la clave es saber si podemos comparar una catástrofe puntual con un conjunto de catástrofes intensas, repetidas y a gran escala, tal y como se prevén. ¿La «resiliencia de las comunidades» funcionará del mismo modo en la duración de un colapso? Muy probablemente no; sabemos de sobra que en tiempos de guerra (sobre todo, guerra civil), el orden social se descompone a veces tan rápidamente que los actos más salvajes pueden surgir de las poblaciones más «normales». No obstante —y al menos está garantizado—, sabemos también que en el epicentro de una catástrofe *puntual imprevista* los seres humanos poseen esa capacidad insospechada, que ya es de por sí considerable.

La ayuda mutua y el altruismo por una parte, y la competición y la agresividad por la otra, son dos caras de la misma moneda: la naturaleza humana. Su proporción relativa en un individuo o una sociedad depende de una infinidad de factores. Como si se tratara una receta secreta milenaria,

los ingredientes de la ayuda mutua, esa frágil alquimia, siguen siendo sutiles y complejos. Hoy en día, las ciencias del comportamiento descubren que la cooperación en el seno de grupos humanos puede convertirse muy rápidamente en competición, pero que también sucede lo contrario[20]. Además, numerosos estudios y observaciones contradicen el mito fundador de nuestra sociedad liberal, que consiste en creer que el estado de naturaleza salvaje es el de *la ley del más fuerte* y de la guerra de todos contra todos[21]. Este campo de investigación es uno de los más apasionantes —y de los más urgentes— de la colapsología.

Nadie puede afirmar con qué material estará cosido el tejido social del colapso, pero lo que está claro es que la ayuda mutua tendrá un papel importante, por no decir primordial. En efecto, parece evidente que el individualismo es un lujo que solo una sociedad riquísima en energía puede permitirse. ¿Para qué ayudarnos mutuamente si todos disponemos de «medio millar de esclavos energéticos[22]»? Por decirlo de otra forma, en tiempos de escasez energética, hay razones de sobra para creer que los primeros en morir serán los individualistas. Los grupos que muestren admirables comportamientos cooperativos tendrán mayores posibilidades de sobrevivir, como ocurrió durante los millones de años que nos separan de nuestros ancestros comunes con los demás primates[23]. Paradójicamente, dentro de poco entraremos en la era de la ayuda mutua.

La importancia de ver películas y leer novelas

Tampoco debemos caer en la ingenuidad. Las cosas serán mucho más complejas de lo que imaginamos. Pensar el colapso supone hacer el ejercicio constante de renunciar a una visión homogénea de la realidad.

En una situación de crisis graves recurrentes, no habrá dos personas que compartan la misma perspectiva de los hechos, y por tanto nadie reaccionará de igual modo. Para empezar, la representación inicial del acontecimiento (aunque sea trascendental y objetivo) difiere en general según los individuos, así que los actores corren el riesgo de no estar

hablando de lo mismo. Incluso peor: si tienen lugar varios acontecimientos, como suele ocurrir con las reacciones en cadena (colapso de la bolsa que desemboca en una crisis alimentaria o energética, etc.), los actores corren el riesgo de no tratar los mismos «problemas». Por consiguiente, no hay duda de que en caso de catástrofes recurrentes, cada cual tendrá distintos objetivos: mientras que algunos estarán obsesionados con recuperar el orden anterior, otros se centrarán en la viabilidad de las instituciones y otros aprovecharán para cambiar el orden social. Y eso sin contar con que resultará difícil obtener información fiable sobre la evolución de la situación en tiempo real.

De hecho, casi todo se realizará en el terreno de lo imaginario y de las representaciones del mundo. Por ejemplo, es probable que algunos lectores sigan sin creer lo que se afirma en la sección precedente acerca de la ayuda mutua en tiempos de catástrofe, porque están convencidos de que el ser humano es fundamentalmente egoísta y violento si no hay un marco legal. Otros quizá sigan pensando que en caso de catástrofe la gente se comporta de forma irracional, gritando, empujándose, corriendo en todas direcciones[24]. El imaginario de la muchedumbre irracional, que no se basa en hechos sino que es alimentado continuamente por la industria cinematográfica hollywoodense, se inserta tan bien en nuestro inconsciente que ya lo damos por sentado.

Las iniciativas de transición han entendido de manera admirable que la batalla (y el esfuerzo que hay que hacer) se sitúa en el terreno de lo imaginario y del *storytelling* (el arte de contar historias). En efecto, cada cultura y cada generación cuentan su propia historia. Los relatos transmiten las interpretaciones de los acontecimientos históricos, las leyendas y los mitos que nos ayudan a comprender cómo funciona nuestro mundo y cómo podría ajustarse o transformarse deliberadamente. De los relatos nacen las identidades colectivas, que forman así comunidades de destinos[25].

Hoy en día, los relatos culturales dominantes hablan de tecnología, del ilimitado ingenio humano, de la competición y de la ley del más fuerte como único principio de vida, o de la marcha implacable siempre hacia delante del progreso. Pero se trata de un bucle autopoiético (que se

reproduce y se mantiene por sí mismo): uno se vuelve supervivencialista porque cree en el mito de la barbarie, pero al prepararse para lo peor crea un temor en los demás, con lo que favorece una atmósfera de tensión, de sospecha y de violencia que, a su vez, justifica el mito. La clave de la transición consistirá, por tanto, en jugar con los relatos y los mitos para invertir dichas espirales de violencia, nihilismo y pesimismo. ¿Y si consiguiéramos contar historias bonitas mirando a las catástrofes a los ojos?

Tenemos una enorme necesidad de nuevos relatos transformativos para entrar en un gran periodo de incertidumbre; historias que narrarían, por ejemplo, el éxito de una generación al liberarse de las energías fósiles gracias a la ayuda mutua y la cooperación. En eso consiste trabajar lo imaginario: encontrar relatos que nos permitan no entrar en disonancia cognitiva ni en la negación. «¡Descolonicemos la imaginación!», por retomar la expresión del economista Serge Latouche. Escribir, contar, imaginar, provocar sentimientos… los artistas tendrán mucho trabajo por delante en los próximos años.

Las iniciativas de transición y sus famosos cuentos de la transición (*transition tales*)[26] son un buen ejemplo. Mediante películas, raps, artículos de periódico, telediarios del futuro, cómics y dibujos animados, los transicionistas inventan su propio futuro, aquel donde les gustaría vivir en veinte o treinta años. Cuando imaginan un futuro mejor (pero sin petróleo y con un clima estable), las iniciativas de transición liberan a las personas de ese sentimiento de impotencia tan tóxico y extendido entre la población. «Este trabajo con el imaginario colectivo supone el refuerzo de la resiliencia local, porque adapta de forma imperceptible a la población la perspectiva de un futuro pospetróleo y poscrecimiento, inevitablemente más sobrio[27]». Además, estos relatos permiten a los no expertos (en el clima, en la energía, etc.) participar en la elaboración de un porvenir común, de una prospectiva en la que ellos también serán actores.

Lo más importante —por no decir urgente— sería reconstruir un tejido social sólido y vivo, con el objetivo de instaurar progresivamente un clima de confianza; en otras palabras, un «capital social» que pueda usarse en caso de catástrofe. Por tanto, a partir de ahora hay que salir de casa y crear

«prácticas» colectivas[28], las aptitudes para convivir que nuestra sociedad materialista e individualista ha destejido de forma metódica y consciente a lo largo de las últimas décadas. Estamos convencidos de que dichas competencias sociales son nuestra única garantía verdadera de resiliencia en tiempos de catástrofe.

¿POR QUÉ LA MAYORÍA DE LA GENTE NO SE LO CREE? (PSICOLOGÍA DEL COLAPSO)

The Big One, el terremoto que destrozará California: se sabe que llegará, algún día, pero la mayoría de los californianos no lo tienen presente en su vida cotidiana. Imaginemos ahora que somos californianos y que los aparatos de detección de terremotos indican que *The Big One* tendrá lugar probablemente entre 2020 y 2030. ¿Cómo reaccionaríamos? ¿Cambiaría ese dato nuestra vida?

Cuando les decimos la verdad, casi todas las personas tienden al pesimismo o a la resignación, o sencillamente rechazan por completo el mensaje. Son muchos los factores que pueden explicar este comportamiento.

Las barreras cognitivas: no ver

¡Es un ámbito rebosante de investigaciones! La mitad del libro del filósofo Clive Hamilton, *Réquiem para una especie*[29], trata sobre la siguiente cuestión: ¿por qué no hemos conseguido reaccionar ante la amenaza que representa el calentamiento global?

La primera serie de razones es de tipo cognitivo. Sencillamente, no estamos preparados para percibir los peligros que representan las amenazas sistémicas ni las amenazas a largo plazo. En cambio, nuestros cerebros son muy hábiles para abordar los problemas inmediatos. A lo largo de los últimos milenios, las presiones de selección del medioambiente han favorecido la sensibilidad a los peligros concretos y visibles[30], de ahí que

respondamos a los riesgos escuchando a nuestras emociones instintivas en lugar de utilizando la razón o la intuición. Daniel Gilbert, profesor de Psicología en la Universidad de Harvard (Estados Unidos), lo resume con sarcasmo: «Numerosos ecologistas afirman que el cambio climático es demasiado rápido. En realidad, es demasiado lento. No llega lo suficientemente deprisa como para captar nuestra atención[31]». Sin duda alguna, un resumen del IPCC provoca menos adrenalina que ver un lobo que se aproxima gruñendo. «Eso explica por qué sentimos miedo en contextos que sabemos (hoy en día) que no suponen ningún peligro, como cuando vemos una tarántula en un bote de cristal o subimos a la terraza de un rascacielos, mientras que no experimentamos temor alguno en presencia de objetos realmente peligrosos como armas de fuego o vehículos[32]».

Por otra parte, existe el efecto de habituación que ya hemos comentado. Se representa con la historia de la rana que da un salto cuando se la sumerge directamente en una cacerola de agua hirviendo, pero permanece quieta hasta morir si se la sumerge en agua fría que se calienta progresivamente. Nosotros estamos acostumbrados a un barril que supera los cien dólares, mientras que en los años ochenta y noventa estaba a tan solo veinte dólares. En el mismo orden de ideas, ¿qué pescador profesional inglés se percata de que, con todas las tecnologías de su barco, no reúne más que un 6% de lo que descargaban sus antepasados en barcos de vela hace 120 años, tras pasar el mismo tiempo en el mar[33]?

Los mitos también nos impiden ver la realidad de las catástrofes. La obsesión con el crecimiento económico en nuestras sociedades modernas es extrema. Como señala Dennis Meadows, uno de los autores del informe del Club de Roma de 1972, «si creen que el mercado está regido por una “mano invisible”, si piensan que la tecnología tiene la capacidad mágica de resolver todos los problemas de escasez física o si imaginan que una presencia divina va a bajar de los cielos para salvarnos de nuestra propia locura, es que viven completamente indiferentes a la cuestión de los límites físicos[34]».

De hecho, precisamente porque dichos mitos han fundado nuestra identidad y nuestra visión del mundo, y porque están profundamente

arraigados en nuestra mente, no pueden cuestionarse cada vez que surge algún dato nuevo. Incluso ocurre lo contrario: la mente trata por todos los medios de hacer encajar la información nueva en el marco del mito que la funda.

La negación: no creer

Lo más fascinante y extraño del asunto de las catástrofes es que a menudo sabemos lo que ocurre —y lo que podría ocurrir—, pero no nos lo creemos. De hecho, actualmente nadie puede quejarse de la falta de datos científicos sobre las conclusiones alarmantes ni de que los medios no mencionen el tema lo suficiente. Pero constatamos que, para la mayoría de la gente, este tipo de información no resulta creíble. «Consideramos la catástrofe imposible aunque los datos de los que disponemos la presentan como factible, e incluso asegurada o casi asegurada. […] El obstáculo no es la incertidumbre, científica o no, sino la imposibilidad de creer que lo peor va a suceder[35]». Dicho de otro modo, la acumulación de datos científicos es necesaria, pero no suficiente para abordar plenamente la cuestión del colapso.

Como observa Dennis Meadows, en el curso de los últimos cuarenta años «simplemente hemos seguido alternando las razones para no cambiar nuestro comportamiento[36]». Para demostrarlo, compara las reacciones que ha suscitado su informe a lo largo de las décadas:

> En los años setenta, los críticos afirmaban: «No hay límites. Aquellos que crean que hay límites no entienden absolutamente nada…». En los ochenta, se hizo evidente que los límites existían, con lo que los críticos dijeron: «De acuerdo, hay límites, pero están muy lejos. No tenemos de qué preocuparnos». En los años noventa, se descubrió que no estaban tan alejados. […] Entonces, los partidarios del crecimiento proclamaron: «Puede que los límites estén cerca, pero eso no debe inquietarnos porque los mercados y la tecnología solucionarán los problemas». En la década del 2000, empezó a estar claro que los mercados y la tecnología no solucionarían la cuestión de los límites. Una vez más, la respuesta cambió: «Hay que seguir aumentando el crecimiento, porque será el que nos dé los recursos que necesitamos para enfrentarnos a los problemas[37]».

Clive Hamilton ha analizado todas las formas de negación que nos impiden hacer frente a la realidad del calentamiento global. Una de las más importantes, según él, es el fenómeno de disonancia cognitiva, que ilustra con la historia de una secta que causó estragos en Estados Unidos en los años cincuenta. La gurú, una mujer llamada Marian Keech, afirmaba recibir mensajes de un extraterrestre que le anunciaba la inminencia del Juicio Final. Un diluvio apocalíptico caería sobre la humanidad y, para que pudieran escapar, el extraterrestre enviaría una nave espacial que recogería a los creyentes el 21 de diciembre de 1954 a medianoche. El día señalado, los adeptos de la secta se reunieron, pero nadie fue a buscarlos.

Al contrario de lo que pudiéramos pensar, la reacción de los miembros de la secta no fue ni de decepción ni de desesperanza, ¡sino al revés! Se apresuraron a contar a la prensa la causa de su entusiasmo: al final, el extraterrestre había decidido salvar a la humanidad gracias a la luz que había difundido el grupo de adeptos. Así, frente a los escépticos que creían que todo lo que hacía la secta era en vano, Marian Keech, contra todo pronóstico, afirmaba que precisamente la devoción de todos los miembros era la que había permitido salvar a la humanidad. El mito es más fuerte que los hechos.

Según Meadows, salta a la vista que «no queremos saber lo que ocurre realmente, sino la confirmación de un conjunto de impresiones que ya poseemos[38]». Los escépticos del clima, por ejemplo, no son verdaderos escépticos, no tratan de encontrar hechos que someter a un riguroso análisis; al contrario, se oponen de entrada a todo lo que contradice su visión del mundo, y después buscan razones para justificar ese rechazo.

Han ido todavía más lejos al organizar una verdadera empresa colectiva de negación «activa». Importantes agentes del mundo industrial han logrado, mediante la financiación de *think tanks*, fabricar un «clima» de incertidumbre y de controversia alrededor de los hechos científicos, pese a que están más que comprobados. Esta estrategia de la duda y de la ignorancia, orientada a maquillar los efectos nocivos de sus productos, está hoy en día bien documentada en los casos del tabaco, del amianto (asbesto), de los pesticidas, de los disruptores endocrinos y, desde hace poco, también

del calentamiento global[39]. Ha resultado especialmente eficaz con el fracaso de las negociaciones acerca del clima en 2009 en Copenhague, y no cabe duda de que estará presente antes de y durante la cumbre de París en diciembre de 2015.

Sin embargo, las multinacionales y las compañías petroleras no son las únicas culpables, los Gobiernos también tienen su parte de responsabilidad. Prueba de ello es la adopción de una ley en Carolina del Norte (Estados Unidos) que prohíbe la mención pública de la subida del nivel del mar. Si añadiéramos nuevas leyes sobre «la gestión responsable de los gastos del Estado», podríamos empatizar con la desesperación de los climatólogos, que pierden de esta forma la posibilidad —¡y el derecho!— de discutir sus resultados con compañeros científicos o de compartirlos con los medios[40].

¿Somos demasiado catastrofistas?

La psicología del colapso está repleta de contradicciones y de malentendidos. Muchos se quejan de que los informes del IPCC son demasiado alarmistas, y de que los medios caen fácilmente en lo mismo. No obstante, recordemos que ¡el IPCC representa un consenso! Así que, por definición, genera un discurso consensuado, neutro y liso que contrasta con numerosas publicaciones científicas, y además no tiene en cuenta los estudios más recientes (y, a menudo, los más catastrofistas)[41]. Si creemos en los hechos, el IPCC es cualquier cosa menos pesimista.

Por otro lado, aunque la actitud catastrofista no está, en general, muy bien vista, mucha gente piensa y *cree* en la posibilidad de que le ocurra alguna desgracia. Cada vez que firman una póliza de seguros, traicionan esa creencia. No obstante, los accidentes —los incendios, los robos, las inundaciones, etc.— son muy poco habituales, raramente suceden en una vida, y pocos conocen bien las bases científicas del cálculo de los riesgos asociados a esos acontecimientos. Estos últimos se consideran de forma intuitiva como *posibles*, que desencadenan acciones concretas, mientras que las consecuencias del cambio climático, que están más que corroboradas, se

ignoran. En efecto, las consecuencias del cambio climático «han sido sistemáticamente subestimadas tanto por los activistas como, hasta hace muy poco, por la mayoría de los científicos[42]». Todos «han temido paralizar al público con un susto demasiado grande[43]». Por lo tanto, ¿acaso no hay un umbral de catastrofismo a partir del cual la mente se pone a la defensiva? ¿No será todo eso una cuestión de grado? ¿Hay que evitar entonces *a toda costa* los discursos catastrofistas? Y específicamente, la notable ausencia de resultados políticos concretos de ecología política desde hace cuarenta años, ¿se debe a un discurso demasiado catastrofista, o al revés, a uno demasiado suave?

Cada cual tendrá su opinión, pero mientras esperamos respuestas, el callejón sin salida es evidente: o decimos las cosas tal y como son, sin rodeos, a riesgo de que nos tachen de pájaros de mal agüero (y perdamos toda credibilidad a ojos de algunos), o decimos las cosas de forma edulcorada evitando las cifras más duras (sobre el clima o cualquier otro desastre medioambiental) y corremos el riesgo de ser relegados al último puesto de las prioridades políticas porque la situación todavía no parece tan grave.

De hecho, algunos experimentos de psicología social han demostrado que para que las personas se tomen en serio una amenaza, es necesario que estén bien informadas de la situación y que dispongan de alternativas creíbles, fiables y accesibles[44]. Si solo se cuenta con información parcial y solo se puede desempeñar un rol limitado, es menos probable que la gente se involucre. Por tanto, uno de los requisitos para facilitar el paso a la acción es contar con la información más completa posible sobre las catástrofes. El problema vendría más bien del otro ingrediente: no existe una verdadera alternativa al colapso —sino maneras de adaptarse—, y resulta difícil encontrar una forma de actuar concreta, rápida y accesible…

Ver, creer… ¡y reaccionar!

Sin embargo, sigue habiendo personas capaces de escuchar, de comprender y de creer un artículo, un discurso o un relato sobre el colapso de nuestra sociedad globalizada, incluso de la especie humana. En el curso de nuestras múltiples intervenciones públicas y en nuestras conversaciones privadas, nos hemos encontrado con distintos tipos de reacciones por parte de personas que parecían convencidas de la inminencia de un colapso. Las hemos clasificado, y aquí presentamos una lista no exhaustiva que, sin que sirva de precedente, no estará basada en referencias bibliográficas, sino en una experiencia totalmente subjetiva. Las futuras investigaciones en colapsología nos permitirán aportar un poco de rigor a la siguiente clasificación.

— **Las reacciones *vaexplotaristas*** («va a explotar») son frecuentes en las personas que se sienten impotentes frente a la destrucción de nuestro mundo, y que por esta u otra razón han desarrollado un cierto resentimiento, cólera incluso, hacia la sociedad. «¿Un colapso? ¡Pues muy bien! Esta sociedad está toda podrida… Yo digo: ¡que llegue ya el colapso!» Pero, más allá del hecho de que esta actitud desvela un imaginario de la catástrofe muy sombrío, hasta nihilista, no permite saber exactamente si la persona también imagina su propia muerte o si se ve entre los supervivientes que contemplan la caída de la ciudad desde lo alto de una colina mientras saborean una venganza bien merecida. Sobra decir que esta actitud es relativamente tóxica para la organización política y social en tiempos de catástrofe…
— **Las reacciones *dequesirvistas*** («¿de qué sirve?») son extremadamente frecuentes. Porque, si se acaba todo, ¿para qué seguir matándose a trabajar? «En este punto, qué más da, ¡aprovechemos lo que queda!» Pero, cuidado, dentro de este tipo de reacción podemos distinguir dos tendencias, que juegan con la ambigüedad de la palabra «aprovechar». Tenemos al simpático —aunque egoísta— epicúreo de tendencia Rabelais que pasaría el resto de sus días en un bar, riéndose y saboreando los últimos placeres de la vida; y también está el «cabrón», para quien aprovechar se conjuga

«a costa de los demás». Gastar el máximo de gasolina, consumir, echar a perder todo una vez más antes de marcharse.

— **Los supervivencialistas** o ***preppers*** («a cada uno su mierda») son cada vez más numerosos en el mundo. No hay quien no haya visto alguna vez un reportaje o un documental sobre esos individuos que se aíslan, se encierran, se entierran en búnkeres y almacenan impresionantes cantidades de armas y de productos de primera necesidad. Cuando no están enseñando a sus hijos tiro con arco, se entrenan en la identificación de plantas salvajes comestibles o se informan sobre las tecnologías de purificación del agua. Se preparan para la violencia, y creen que los demás (¿los vecinos? ¿los invasores?) reaccionarán como lo harían ellos, probablemente de forma violenta. El imaginario que sostiene esta postura se alimenta de películas como *Mad Max* u otras de zombis y de la creencia de que el ser humano es profundamente malvado. «Por separado, vamos más rápido» podría ser su lema.

— **Los transicionistas** («estamos todos en el mismo barco») no suelen ser violentos (seguramente se crean incapaces de serlo) y tienen un pensamiento colectivista. Apelan a una «transición» a gran escala, porque para ellos la vida ya no tiene sentido si el resto del mundo colapsa. En lugar de retraerse, practican la apertura y la inclusión, pues están convencidos de que el futuro se encuentra en las ecoaldeas y las redes de ayuda mutua entre iniciativas de transición. «Juntos llegamos más lejos» podría ser su lema.

— **Los colapsólogos** descubren una verdadera pasión por este tema del que nadie habla y que da sentido a su vida. Estudiar, compartir, escribir, comunicar, comprender se convierte progresivamente en una actividad devoradora de tiempo, que se puede estimar por la frecuencia y la longitud de los libros escritos o de los artículos y comentarios publicados en los blogs y las webs dedicadas a dicha cuestión. Curiosamente, los «*geeks* del colapso», de los cuales los más famosos se conocen como *collapsniks* en los medios anglosajones, suelen ser ingenieros… y hombres. De hecho —y lo

dice un veterano—, es un factor frecuente de ruptura en las parejas, ya que cuando la mujer no ve en el colapso más que un tema de conversación como otro cualquiera (y le pide a su marido que no lo saque en familia ni delante de sus amigas), el marido, por su parte, empieza a preparar el búnker o a participar en interminables reuniones de transición… Estereotipos aparte, la división hombre-mujer se constata muy bien en el público principiante: los hombres tienden más a debatir cifras, hechos y cuestiones técnicas (por ejemplo, sobre la energía) que las mujeres, que muestran mayor facilidad para tratar los aspectos emocionales y espirituales del tema (al menos, públicamente).

En el mundo real, que es mucho más complejo, algunas personas pueden sentir una pertenencia a distintas categorías. Como colapsólogo, resulta difícil no implicarse en acciones de anticipación; incluso, como hacen algunos, desear que llegue rápidamente un colapso para evitar consecuencias climáticas demasiado graves (ver el final del capítulo) y formarse en la recolección de plantas salvajes comestibles, *teniendo la convicción* de que la cooperación es la única puerta de salida posible…

¿Cómo vivir con ello?

En realidad, la negación es un proceso cognitivo saludable (¡a corto plazo!) que sirve para protegerse de forma natural de la información demasiado «tóxica». En efecto, la posibilidad de un colapso suele despertar sensaciones de ansiedad muy nocivas para el organismo si se hacen crónicas. La ausencia de alternativas también genera un sentimiento de impotencia que, por su parte, es cancerígeno[45] (y desaparece una vez que pasamos a la acción). Pero, por lo demás, «negarse a aceptar que vamos a afrontar un futuro muy desagradable [puede transformarse en] una actitud no deseada[46]», en la medida en que estimamos los efectos a largo plazo de

las catástrofes. Entonces, ¿qué debemos hacer? ¿Cómo podemos cuidar de nuestra salud?

Un elemento de respuesta consiste en ver en cualquier «transición psicológica» un proceso de duelo. Las catástrofes climáticas o «la posibilidad de que el mundo tal y como lo conocemos se acerque a un final horrible[47]» suelen ser ideas difíciles de aceptar para la mente humana. «Sucede lo mismo con nuestra propia muerte; “sabemos” que va a llegar, pero hasta que no es inminente no nos enfrentamos a lo que realmente supone nuestra condición de mortales[48]».

El proceso de duelo atraviesa diferentes etapas, según el conocido modelo que estableció Elisabeth Kübler-Ross, psicóloga estadounidense especialista en duelo: la negación, la ira, la negociación, la depresión y la aceptación. Hemos podido identificar todas estas etapas en las reacciones del público, incluso en las reacciones que hemos experimentado nosotros mismos al preparar este libro. En los debates y en los talleres sobre la transición o el colapso, hemos comprobado que los momentos de testimonios y los espacios para compartir emociones eran esenciales para que las personas presentes pudieran darse cuenta de que no eran las únicas que tenían que afrontar ese tipo de porvenir y experimentar esas emociones. Todos esos momentos nos acercan a la fase de aceptación, imprescindible para dar con un sentimiento de reconocimiento y de esperanza que conduzca a una acción justa y eficaz.

Seguir adelante, encontrar un futuro deseable y ver el colapso como una estupenda oportunidad para la sociedad pasa obligatoriamente por fases desagradables de desesperanza, de miedo y de ira. Nos obliga a sumergirnos en zonas de sombras personales, a mirarlas a los ojos y a aprender a vivir con ello. El «trabajo» de duelo es, por lo tanto, a la vez colectivo y personal. Como señalan los admirables trabajos de Clive Hamilton, Joanna Macy, Bill Plotkin o Carolyn Baker[49], solo sumergiéndonos y compartiendo esas emociones encontraremos el gusto por la acción y el sentido del significado de nuestras vidas. Se trata, ni más ni menos, de un paso simbólico a la edad adulta. Actualmente, las redes de ayuda mutua, bastante

discretas pero fuertes, florecen en todas las partes del mundo, y crecen a una velocidad que solo se compara con la felicidad que proporcionan[50].

Este paso puede resultar liberador, como lo describe el filósofo Clive Hamilton: «Por una parte, me sentí aliviado: aliviado de admitir por fin lo que mi mente racional no había parado de repetirme; aliviado de no tener que gastar más energía en falsas esperanzas; aliviado de poder expresar algo de mi enfado hacia los políticos, los líderes empresariales y los escépticos del clima, que son en gran medida responsables del retraso, imposible de recuperar, en las acciones contra el calentamiento global[51]».

Finalmente, el proceso de duelo pasa por un sentimiento de justicia. Las personas que sufren por una pérdida que consideran injusta deben poder castigar (o ver que se castiga) a posibles culpables[52] o tal vez despierte en ellas una ira que se traduzca en violencia social o enfermedades psicosomáticas. Ahora bien, en el caso del colapso de nuestra sociedad, esto resulta especialmente preocupante. Un pueblo que se siente humillado exterioriza su ira con facilidad mediante una violencia extrema dirigida —erróneamente— a los chivos expiatorios o a los responsables de la injusticia. En los libros de historia abundan ejemplos que lo ilustran. Hoy en día, el trabajo de algunos historiadores, periodistas y activistas permite concretar la parte de responsabilidad que ciertas personas u organizaciones tienen respecto a la llegada de las catástrofes que sufrimos. «Nuestro hijos nos culparán», se oye decir a menudo. ¡No les vendría nada mal! Incluso puede que esos hijos estén ya en edad de acusar…

AHORA QUE LO CREEMOS POSIBLE, ¿QUÉ HACEMOS? (POLÍTICA DEL COLAPSO)

La acción constructiva y —si es posible— no violenta solo puede suceder tras haber atravesado —individual y colectivamente— ciertas etapas psicológicas. Pero seamos realistas: no parece razonable esperar que cada uno realice su duelo antes de empezar a actuar. Primero, porque ya es demasiado tarde para eso, y segundo, porque el ser humano no funciona así. En realidad, la acción no es la culminación de un proceso, sino que forma

parte del proceso de «transición interior». Es la que permite salir de una posición de impotencia *desde el inicio de la toma de conciencia* a través del aporte cotidiano de satisfacciones que nos mantengan optimistas. Al principio son pequeños actos que parecen insignificantes, y después actos más consecuentes, según la gratificación que cada cual haya podido extraer de los primeros. Nuestra imaginación se transforma mediante la acción. Y por eso también, en función de las afinidades y del pasado de cada persona, habrá quienes elijan el camino de la insurrección violenta (más o menos emancipadora), quienes se decanten por el repliegue identitario o la huida, y quienes prefieran la construcción de alternativas no violentas. El «mosaico del colapso» contendrá todos esos colores.

Sea cual sea la etapa en la que nos encontremos, hay que seguir viviendo, inmersos en este «mundo de ayer», con las contradicciones y la inercia que eso implica. Cada uno de nosotros hallará ocasiones para actuar *desde una perspectiva de colapso*, en función de sus afinidades y del entorno social donde decida evolucionar. Lo esencial, en un primer momento, es que la creencia profunda en un colapso no vuelva nuestro presente demasiado desagradable —tanto para nosotros como para las personas cercanas—, porque tendremos una gran necesidad de apoyo afectivo y emocional para atravesar una época de desconcierto e incertidumbre.

La transición: anticipación y resiliencia

No son muchos los movimientos políticos que se ubican en un imaginario de colapso. Los más constructivos y pacifistas (aquí no trataremos los movimientos insurreccionales[53]) son los de la transición y el decrecimiento.

En general, los seres humanos solo creen en la eventualidad de una catástrofe cuando ya ha ocurrido, es decir, demasiado tarde. Los principios de la *transición* y del *decrecimiento* tratan precisamente de contrarrestar esa tendencia adelantándose a las catástrofes: anticipar el fin de las energías fósiles, las perturbaciones climáticas o las rupturas de abastecimiento de

alimentación son ejemplos del programa de los «transicionistas» y de los que se oponen al crecimiento (que a menudo son los mismos). Porque, aunque sea demasiado tarde para construir una verdadera economía estable basada en la sostenibilidad (*steady state economy*), nunca es tarde para crear pequeños sistemas resilientes a escala local, que suavizarán los choques económicos, sociales y ecológicos del futuro.

A pesar de ser pequeñas e, inevitablemente, locales, dichas iniciativas se multiplican a un ritmo sorprendente. El movimiento de las iniciativas de transición (antes llamadas «Comunidades en transición»), fundado en Gran Bretaña en 2006, tras menos de diez años de existencia cuenta con miles de experiencias en los cinco continentes. Se trata de un movimiento que genera mucho entusiasmo, y que ya está teniendo un impacto tangible en la vida de las personas involucradas: cooperativas ciudadanas de producción de energías renovables, sistemas de alimentación locales y sostenibles (agricultura urbana, permacultura, agricultura sostenida por la comunidad*, etc.), o nuevos modelos económicos cooperativos, entre otros. Sobran los ejemplos. Para encontrarlos, solo hay que leer periódicos[54], abrir uno de los innumerables libros dedicados a las alternativas «concretas» y «positivas[55]», o navegar una hora en internet.

Desde un punto de vista político, la transición es un objeto extraño, porque encierra una paradoja. Supone a la vez aceptar la inminencia de las catástrofes —es decir, pasar el duelo de nuestra civilización industrial— y facilitar la aparición de pequeños nuevos sistemas de baja tecnología (*low-tech*) que todavía no constituyen un «modelo» ni un «sistema». Desde una perspectiva más concreta, la fase de transición — temporal, por definición — debe lograr la coexistencia de dos sistemas, uno que se muere y otro que nace, incompatibles en muchos puntos en sus objetivos y estrategias (como puede ser el crecimiento; ver capítulo 4).

En cuanto a la postura, es *al mismo tiempo* catastrofista y optimista; es decir, lúcida y pragmática a la vez. Lúcida, porque las personas comprometidas con estos movimientos no tienen una actitud de negación frente a las catástrofes. La mayoría de ellas han renunciado al mito del crecimiento eterno, y también al del apocalipsis. Saben lo que nos espera, *se*

lo creen y tienden a mostrarse receptivas ante discursos catastrofistas *porque* ya tienen puesto un pie en las alternativas concretas. Y pragmática, porque «este pensamiento político catastrofista no es de naturaleza apocalíptica: no pretende inquietarse por el fin del mundo, sino llevar a cabo una reorganización brusca y potencialmente traumática de los ecosistemas y de las sociedades[56]». Ni «*business as ususal*» ni fin del mundo, solo un mundo que inventar, juntos, aquí y ahora.

Se requiere asimismo una buena dosis de voluntad, una pizca de audacia y una gota de ingenuidad. De hecho, el éxito del movimiento de transición se debe a que los participantes adoptan una «visión positiva» del futuro. Para no caer en depresión, imaginan (juntos) un porvenir con el horizonte en el 2030, sin petróleo y con un clima descontrolado, ¡pero donde no se vivirá mal! El poder de la imaginación se encuentra en los detalles. Basta con dibujarlos, imaginarlos, soñarlos juntos… y luego remangarse y materializarlos. Esta estrategia ha resultado extremadamente útil en términos de movilización y de creatividad[57].

Generalizar esta política «paradójica» plantea otro problema: todavía queda aceptar pública y oficialmente la muerte del viejo mundo. Oficializarla significa ante todo correr el riesgo de la autorrealización (ver capítulo 6): en cuanto el primer ministro declare que está preparando el país para un colapso, los valores de la bolsa y la población reaccionarán con cierto nerviosismo… y causarán estragos que no harán más que precipitar justamente aquello que se pretendía anticipar.

Una política de transición, por lo tanto, solo puede ser «dialógica» —retomando la expresión de Edgar Morin— teñida de paradojas como las de la «muerte/vida» (la muerte de nuestra civilización industrial permitirá la aparición de nuevas formas de sociedad) y la «continuidad/ruptura» (hay que prever *simultáneamente* políticas de transición a medio plazo y eventos de ruptura catastróficos).

En lo que respecta al territorio, el tema recurrente de la transición es la creación de «resiliencia local[58]»; es decir, aumentar la capacidad de las colectividades locales para recuperarse de alteraciones sistémicas muy diversas (alimentación, energía, orden social, clima, etc.). A nivel

macroeconómico, consistirá en inventar una economía de «descenso energético» —o de decrecimiento— ya no basada en un sistema de deuda sino en paradigmas mucho más razonables, como la sobriedad voluntaria, el reparto justo y, por qué no, el racionamiento (una mezcla de los dos primeros).

Estas inmensas construcciones son todavía incipientes[59], y nada está asegurado de antemano. De hecho, no solo es muy difícil transformar nuestro sistema económico de forma flexible y voluntaria sin crecimiento económico (ver capítulo 4), sino que además, no suele ser posible para una sociedad reducir su consumo voluntariamente a largo plazo. Son muy pocos los casos históricos de sociedades que hayan sabido limitarse para evitar un colapso. El ejemplo más conocido, citado por Jared Diamond[60], es el de Tikopia, una minúscula isla del Pacífico donde los habitantes han sobrevivido más de 3000 años a los límites de la capacidad de carga de la isla gracias al cultivo de árboles y a políticas muy estrictas de control de natalidad.

Sin embargo, observamos un fenómeno que nos entusiasma: desde que aparecen los primeros choques económicos y sociales, las alternativas surgen muy rápido, como demuestran los movimientos de protesta/creación que se multiplican en Grecia, Portugal y en España[61] y que anticipan el mundo de mañana.

Por último, el concepto de transición posibilita la unión; no altera radicalmente el imaginario de progreso continuo, pero permite que se extienda la lucidez sobre las catástrofes; sirve para encontrar prácticas comunes e imaginarios positivos compartidos, que en sí ya es admirable. Los transicionistas no esperan a los Gobiernos, desde el presente ya inventan maneras de vivir el colapso de forma no trágica; no aguardan lo peor, sino que construyen algo mejor.

La política del gran desenchufamiento

Al final, la transición podría considerarse un acto de «desenchufamiento». Desconectarse del sistema industrial supone renunciar *con antelación* a todo lo que proporciona (comida industrial, ropa, desplazamientos rápidos, diversos objetos, electrónica, etc.), antes de vernos obligados a ello por la escasez. Pero desconectarse deprisa y en solitario, para muchos significa morir. En efecto, pocos habitantes de los países ricos saben comer, construir una casa, vestirse o desplazarse sin la ayuda del sistema industrial. La clave, pues, reside en organizarse para reencontrar los saberes y las técnicas que nos permitan volver a tomar posesión de nuestros medios de subsistencia, y todo eso *antes* de poder desconectarnos. Los caminos de la autonomía son inevitablemente colectivos; ya sabemos que sin energías fósiles, la cantidad de trabajo necesaria para tratar de compensar su ausencia será considerable (un barril de petróleo equivale a unas 24.000 horas de trabajo humano, es decir, once años con una carga de cuarenta horas semanales)[62]. Una vez «conectados» a pequeños sistemas autónomos más resilientes y de *baja tecnología*, los grupos de transicionistas ya podrían «desenchufarse» con mayor tranquilidad del gran sistema que amenaza con llevárselos consigo cuando caiga: no tener que ir al supermercado, no comprar un vehículo por familia, dejar de comprar ropa fabricada en China, etc.; son pequeños logros prácticos, pero representan grandes logros simbólicos.

Algunos *collapsniks* van todavía más allá con la propuesta de una inmensa desconexión generalizada, una especie de boicot gigante que provocaría la caída inmediata del sistema económico global: un «crac por la caída de la demanda[63]». En un texto publicado en diciembre de 2013, el cocreador del concepto de permacultura, David Holmgren, más pesimista que nunca, se preocupaba por los recientes descubrimientos sobre las consecuencias del calentamiento global. Según él, el único medio para evitar daños demasiado grandes en la biosfera sería provocar desde ya un colapso rápido y radical del sistema económico global. Después de tener ante todo por la inminencia del pico del petróleo (durante más de treinta años), lamenta hoy en día no haber sido lo suficientemente rápido, así que propone a todas las personas sensibles a la cuestión que se desconecten cuanto antes. Según Holmgren, si el 10% de la población de los países

industrializados consiguiera invertir plenamente en iniciativas de resiliencia local al margen del sistema monetario, este podría contraerse hasta alcanzar un punto de inflexión irreversible. Un «boicot sistémico», ¡lo que se conoce como una política de apagón! La propuesta originó una controversia tan grande entre los colapsólogos de todo el mundo, que está muy lejos de ser resuelta…

Movilizar a un pueblo, como en la guerra

Por muy potente que sea, el movimiento de transición tal vez podría beneficiarse si estuviera coordinado a mayor escala. El destacable ejemplo de transición hacia la agroecología que realizó Cuba en los años noventa demuestra la importancia del papel que tienen las autoridades en la velocidad y la potencia de una gran transición. En efecto, la cuestión a menudo supera el alcance de las comunidades locales, como en el caso de los transportes ferroviarios, la gestión de las aguas o el comercio. Durante el «periodo especial», el Gobierno cubano tomó medidas de la envergadura de las catástrofes y promulgó leyes en favor de la transición[64]. Pero ¿sería algo así todavía posible en Europa o en otras grandes democracias? Nuestra generación, que solo ha conocido el poder de los grupos de presión económicos privados sobre las grandes instituciones europeas, no cuenta con ejemplos que permitan pensar que los grandes movimientos coordinados son factibles. Sin embargo, eso fue lo que ocurrió durante las dos guerras mundiales: los Gobiernos consiguieron movilizar una potencia considerable hacia un objetivo común, que en ese contexto era la destrucción del enemigo. En los años cuarenta, y gracias a un enorme esfuerzo de guerra, Estados Unidos llegó a «renunciar por un momento a la cultura de consumo y de derroche[65]». En 1943, los «*Victory gardens*» movilizaron a más de 20 millones de estadounidenses ¡y proporcionaron entre el 30% y el 40% de la producción de verduras del país! El reciclaje, los vehículos compartidos e incluso el racionamiento, fueron la regla por aquel entonces y durante unos años en Estados Unidos. Estos ejemplos, que

merecerían una mayor profundización, no pretenden hacer apología de la guerra ni de los regímenes autocráticos (Corea del Norte, abandonada a su suerte tras el colapso del bloque soviético, como Cuba, cayó en hambrunas a pesar de tener un régimen autoritario). Simplemente ilustran el hecho de que, cuando nos organizamos con una meta común, podemos ir rápido y apuntar alto.

Efectivamente, hay que remontarse a las situaciones de guerra (y por tanto, de escasez). De hecho, ¿podríamos acaso imaginar una política más característica de un colapso que el racionamiento? Como señala la politóloga Mathilde Szuba, los países industrializados ya han transgredido alguna vez sus principios fundacionales (el mercado y el consumo privado) para poner en marcha una política de racionamiento[66]. En la París de 1915, por ejemplo, la escasez de productos de primera necesidad había originado una situación social tan insostenible, que las autoridades de la ciudad, pese a la reticencia del Gobierno, decidieron fijar el precio del carbón y racionarlo. Al final, el racionamiento puede considerarse una política solidaria en un mundo oprimido por límites. Mientras que «la abundancia permite la independencia, […] la limitación de los recursos introduce la interdependencia[67]». El destino de todos los habitantes está unido por un principio de vasos comunicantes o de «juego de suma cero» en el cual lo que uno consume priva al otro de ese bien. En este caso, el papel de las autoridades es el de controlar firmemente el consumo de los ricos para garantizar un mínimo vital a los más pobres. Existen dos ideas importantes asociadas al racionamiento: «la de las partes justas, es decir, calculadas de forma equitativa a partir de la cantidad disponible, y la de la igualdad de todos, que alude a la suspensión de los privilegios sociales[68]».

A diferencia de Francia, donde el racionamiento de la Segunda Guerra Mundial dejó recuerdos desagradables, en Gran Bretaña dicha política repartió por la sociedad un sentimiento de equidad que demostró ser muy beneficioso para la cohesión social, según los testimonios de personas que vivieron ese periodo. Sorprendentemente, «los recuentos realizados por los servicios sanitarios durante los años cuarenta y cincuenta muestran que la salud y la longevidad de los británicos, y en especial de los niños,

mejoraron a lo largo del periodo de racionamiento, ya que así fue como una parte de la población tuvo acceso a una mejor alimentación[69]».

¿Qué lugar queda para la democracia?

Tampoco hay que hacerse demasiadas ilusiones: las consecuencias catastróficas del clima y de los choques energéticos y financieros tendrán inevitables efectos sobre los sistemas políticos. «La democracia será la primera víctima de la alteración de las condiciones universales de existencia que estamos programando. […] Cuando el colapso de la especie aparezca como una posibilidad factible, la urgencia demostrará la ineficacia de nuestros procesos lentos y complejos de deliberación. Presa del pánico, Occidente quebrantará sus valores de libertad y de justicia[70]».

Si se pierde la confianza, si los salarios y las pensiones no se ingresan a tiempo o si la escasez alimentaria se hace muy severa, nada garantiza el mantenimiento de los regímenes políticos actuales. Los fascismos podrían aprovechar la multiplicación de los problemas sociales, la creciente cólera de un pueblo humillado o la «vuelta a lo local» involuntaria y generalizada causada por fallos económicos repetidos; de forma que en el seno de Europa podrían surgir, mucho antes de lo previsto, sociedades muy divididas y sin duda violentas, alejadas del ideal cosmopolita de un mundo «libre» y «abierto».

Además, el capitalismo tiene una increíble habilidad para imponerse donde hayan tenido lugar sucesos traumáticos para la sociedad, como golpes de Estado o represiones violentas (Filipinas, Chile en 1973, etc.)[71]. Nada nos asegura, pues, que las «crisis» económicas graves traigan consigo espontáneamente una transición pacífica y apacible…

Si las élites políticas y económicas de los países industrializados continúan defendiendo un modelo que hoy se presenta a sí mismo como democrático (pero que es claramente oligárquico[72]), no solo precipitarán las catástrofes con medidas de «reactivación del crecimiento» (ver capítulos 2, 3, 5 y 8), sino que generarán un sentimiento de cólera entre la población

que será proporcional a la esperanza (ya perdida) que habían suscitado en ella.

Los partidarios del decrecimiento y los transicionistas, por su parte, se preocupan mucho por conservar el ideal democrático, recuperando el poder de la acción local (con frecuencia, municipal) y desarrollando prácticas de gobierno participativas y colaborativas. Como señala el politólogo Luc Semal, lo original de estos movimientos reside en que «el marco catastrofista no está pensado como una manera de bloquear el debate político local, sino al revés, como una ocasión para reabrirlo invitando a plantear modalidades prácticas de un decrecimiento energético local, controlado y repartido equitativamente[73]».

Así, mientras que unos harán el máximo por mantener el sistema actual, otros trabajarán para que sea todavía más democrático y otros lo culparán de todos sus males. En el campo teórico y práctico que constituye la «política del colapso», la parte dedicada a la democracia no es, desde luego, la de menor importancia. Por ese motivo, la experiencia política de democracia participativa y directa, de autogestión, de federalismo y de autonomía que desarrollan los movimientos libertarios podría ser de enorme utilidad para las redes de transición.

No obstante, quedan pendientes algunas cuestiones teóricas: ¿un mosaico de pequeñas democracias locales sigue siendo un proyecto democrático? ¿Es compatible la actitud catastrofista con los procesos democráticos? Y siendo más precisos, ¿podemos mantener nuestra lucidez cuando actuamos *en tiempos de catástrofe*? Hoy en día parece imprescindible reflexionar sobre una manera de pensar en políticas que respondan de un modo sereno, tranquilo y razonado a las situaciones que hemos descrito; es decir, llegar a un compromiso entre las formas democráticas y la urgencia de las catástrofes.

* N. de la T.: movimiento destinado a salvaguardar la agricultura campesina a través de una red local de producción y distribución en circuitos cortos, con el objetivo de abastecer la demanda de ciertos productos en las ciudades y ayudar así de forma directa a los productores.

CONCLUSIÓN

EL HAMBRE ES SOLO EL PRINCIPIO

«La sobrepoblación mundial, el excesivo consumo por parte de los ricos y las pésimas elecciones tecnológicas[1]» han colocado a nuestra civilización industrial en una trayectoria de colapso. Mañana mismo podrían tener lugar choques sistémicos globales e irreversibles, y la llegada de un colapso de gran envergadura parece mucho más cercana de lo que solemos creer, que es hacia 2050 o 2100. Nadie puede conocer el calendario exacto de las sucesiones que transformarán (a los ojos de los futuros arqueólogos) una serie de catástrofes en colapso, pero cabe la posibilidad de que esa sucesión esté reservada para las generaciones presentes. Esa es la *intuición* que compartimos con un buen número de observadores, tanto expertos científicos como activistas.

Cuesta decirlo, por la frecuencia con que la postura se ridiculiza, pero nos hemos convertido en catastrofistas. Queremos aclarar que eso no significa que deseemos las catástrofes, que renunciemos a luchar para suavizar sus efectos ni que caigamos en un pesimismo irrevocable. ¡Al contrario! Aunque el porvenir sea oscuro, «debemos luchar, ya que no hay ninguna razón para someterse de forma pasiva a los hechos[2]». Para nosotros, ser catastrofista simplemente es evitar una postura de negación y tomar nota de las catástrofes *que están ocurriendo ahora*. Hay que aprender a verlas, aceptar su existencia y hacer el duelo de todo aquello de lo que nos privarán esos eventos. Desde nuestro punto de vista, esa actitud de valentía, de conciencia y de calma, con los ojos bien abiertos, es la que nos permitirá trazar caminos realistas hacia el futuro. ¡No es pesimismo!

Tenemos la certeza de que nunca volveremos a la situación «normal» que hemos conocido en las últimas décadas[3]. En primer lugar, el motor de la civilización termoindustrial —el dúo energía-finanzas— está al borde de la

extinción. Se están alcanzando límites; la era de las energías fósiles abundantes y baratas se acerca a su fin, como lo demuestra la avalancha de las energías fósiles no convencionales a precios medioambientales, energéticos y económicos prohibitivos. Este hecho destruye por completo cualquier posibilidad de retomar algún día el crecimiento económico, con lo cual firma la sentencia de muerte de un sistema basado en deudas… que sencillamente, no serán pagadas jamás.

En segundo lugar, la expansión material exponencial de nuestra civilización ha alterado irremediablemente los sistemas complejos naturales que la sostenían. Se han traspasado fronteras; el calentamiento global y los colapsos de la biodiversidad, por sí solos, anuncian la ruptura de sistemas alimentarios, sociales, comerciales o sanitarios; es decir, desplazamientos masivos de población, conflictos armados, epidemias y hambrunas. En un mundo que se ha vuelto «no lineal», los fenómenos imprevisibles de gran intensidad serán la norma, y hay que contar con que a menudo las soluciones que intentaremos aplicar afectarán aún más a los sistemas.

Y en tercer lugar, los sistemas cada vez más complejos que proporcionan la alimentación, el agua y la energía, y que posibilitan el funcionamiento de la política, las finanzas y la esfera virtual, exigen aportes cada vez mayores de energía. Dichas infraestructuras se han vuelto tan interdependientes, vulnerables, y con frecuencia anticuadas, que una pequeña ruptura del flujo o del abastecimiento puede poner en peligro la estabilidad del sistema global al provocar efectos dominó desproporcionados.

Estos tres estados (la aproximación a los límites, el traspaso de las fronteras y la creciente complejificación) son irreversibles y, si se combinan, solo pueden tener un final. En el pasado han tenido lugar numerosos colapsos de civilizaciones que se limitaban a ciertas regiones. Hoy en día, la globalización ha creado *riesgos sistémicos globales*, y por primera vez se da la posibilidad de un colapso a escala muy grande, casi global. Pero no ocurrirá en un día; un colapso tomará velocidades, formas y giros diferentes según las regiones, las culturas y los riesgos

medioambientales, y por lo tanto, debe considerarse como un mosaico complejo donde nada puede preverse.

Pensar que todos los problemas se resolverán con el regreso del crecimiento económico supone un grave error estratégico, porque presupone que volver al crecimiento es una posibilidad[4]; pero sobre todo, porque aunque sea mucho el tiempo en el que los dirigentes se centren en ese objetivo, no se podrá poner en marcha ninguna política seria de conservación de la estabilidad del clima y de los ecosistemas para hacer lo que se necesita: reducir de forma rápida y considerable el consumo de combustibles fósiles. Los actuales debates de reactivación y de austeridad no son más que distracciones que hacen que nos desviemos de las cuestiones de fondo. De hecho, ni siquiera hay «soluciones» que buscar para esta situación inevitable (*predicament*), sino únicamente caminos que podemos emprender para adaptarnos a la nueva realidad.

Tomar conciencia de todo esto significa dar media vuelta. Es ver que, de pronto, la utopía ha cambiado de campo: hoy es utópico quien cree que todo puede seguir como antes. El realismo, en cambio, consiste en invertir toda la energía que nos queda en una transición rápida y radical; en la construcción de resiliencia local, ya sea territorial o humana.

HACIA UNA COLAPSOLOGÍA GENERAL Y APLICADA

«Precisamente porque la catástrofe supone un destino terrible que debemos rechazar, tenemos que vigilarla y no perderla nunca de vista[5]». Ese será el tema central de la colapsología. Pero, mientras que para Hans Jonas «la profecía de la desgracia está hecha para evitar que se produzca[6]», nosotros vamos un paso más allá, constatando (35 años después) que será muy difícil evitarla, y que solo podemos intentar mitigar algunos de sus efectos.

Tal vez se nos reproche que ensombrezcamos la situación, pero los que nos acusan de pesimismo deberán demostrar en qué nos equivocamos exactamente. El peso de la prueba recuerda a los cornucopianos; la idea de colapso será muy difícil de eliminar y, como indica Clive Hamilton, «los deseos inútiles no bastarán[7]».

Este libro es solo un comienzo; la continuación lógica, además de consolidar y actualizar los datos, será explorar en mayor profundidad las pistas de reflexión que se han planteado en los dos últimos capítulos. Ese será el objeto de la colapsología, que definimos como *el ejercicio transdisciplinar del estudio del colapso de nuestra civilización industrial y de aquello que podría sustituirla, basado en los dos modos cognitivos que son la razón y la intuición, y en trabajos científicos reconocidos.*

Sin embargo, no será más que un pequeño apoyo al proceso de transición interior que cada cual debe llevar a cabo. Saber y comprender representan solo un 10% del camino por recorrer. En paralelo, hay que llegar a creérselo, actuar en consecuencia, y ante todo, saber gestionar las emociones. Todo ese trabajo se realizará mediante la participación en iniciativas que ya se sitúan en el mundo de después (transición u otras como Alternatiba, ZAD*, ecoaldeas, talleres de Trabajo Que Reconecta**, etc.) y, sobre todo, a través de otras formas de comunicación menos austeras: documentales, talleres, novelas, cómics, películas, series, música, danza, teatro, etc.

LA GENERACIÓN «RESACA»

En la década de 1970, nuestra sociedad todavía tenía la posibilidad de construir un «desarrollo sostenible»; la decisión fue no hacerlo. Desde los años noventa, todo ha seguido acelerando aún más, pese a las numerosas advertencias, y ahora ya es demasiado tarde.

Sería justo preguntarse si nuestros antepasados realmente deseaban una sociedad «sostenible»; la respuesta es que no. Por lo menos, algunos antepasados, los que en un momento dado tuvieron el poder de imponer opciones tecnológicas y políticas a los demás, eligieron una sociedad no sostenible *con conocimiento de causa*. Por ejemplo, la cuestión del agotamiento (y, por tanto, del derroche) de las energías fósiles se lleva planteando desde que empezaron a explotarse, alrededor del año 1800[8]. Hubo quienes abogaban por un consumo más razonable, pero sus voces fueron ignoradas[9]. El economista británico William Stanley Jevons resumía

en 1866 muy bien el tema del carbón (que puede aplicarse a todas las energías fósiles) como «una elección histórica entre un breve esplendor y una mediocridad a más largo plazo[10]». No resulta complicado adivinar qué opción apoyó Jevons ni cuál salió ganando…

El trabajo de los historiadores es clave hoy en día para comprender lo que el brillante economista Nicholas Georgescu-Roegen presintió con lucidez en la década de 1970: «Todo discurre como si la especie humana hubiera decidido llevar una vida breve pero excitante, y dejar para las especies menos ambiciosas una existencia larga pero monótona[11]». Pero todos nosotros, los descendientes de esos antepasados tan ambiciosos, los que nos acercamos al final del «breve esplendor» y sufrimos sus consecuencias, ¿tendremos *por lo menos* la posibilidad de regresar a un modesto periodo de «larga mediocridad»? Ya ni siquiera estamos seguros de eso.

Porque somos muchas personas en la Tierra, con un clima agresivo e imprevisible, ecosistemas destruidos y contaminados (¿quién podrá detectar entonces la contaminación?) y una diversidad biológica y cultural exánime. Si no damos un salto colectivo anticipado, puede que, en el gran silencio del mundo posindustrial, volvamos a una situación mucho más precaria que la de la Edad Media. Y en ese caso, paradójicamente, los partidarios del crecimiento desenfrenado serán los que nos hagan regresar a la «Edad de Piedra».

Los portavoces del «progreso» han venerado el breve esplendor, ese espíritu de fiesta que se ha vivido en los dos últimos siglos como si no hubiera un mañana y cuya intención era vibrar, moverse y gritar cada vez más fuerte, para olvidar todo lo demás, para olvidarse. Siempre hacía falta más energía, más objetos, más velocidad, más control; siempre hacía falta más. Ahora, para ellos, viene la resaca, ¡«se acabó la fiesta[12]!». Al final, la modernidad no morirá por sus heridas filosóficas posmodernas, sino por falta de energía; y si las anfetaminas y los antidepresivos han sido las pastillas del mundo productivista, la resiliencia, la sobriedad y las bajas tecnologías serán las aspirinas de esta «generación resaca».

OTRAS FORMAS DE FESTEJAR

Esos mismos «progresistas» también se han burlado de la «larga mediocridad». Pero ¿tan mediocre era? Hoy en día, los caminos posibles —porque los hay— apenas están señalizados, y llevan a un cambio de vida radical, a una vida menos compleja, más pequeña, más modesta, y bien alejada de los límites y las fronteras de los seres vivos. El colapso no es el final, sino el principio de nuestro futuro. Reinventaremos las formas de festejar, de estar presentes en el mundo y con nosotros mismos, con otras personas y con los demás seres que nos rodean. ¿El fin del mundo? Eso sería muy sencillo, pero aquí está el planeta, rebosante de vida; hay que tomar responsabilidades y elegir un futuro que trazar. Es hora de pasar a la vida adulta.

Durante los encuentros con el público, nos ha sorprendido encontrarnos con mucha alegría y risas que no buscaban esconder la desesperación, sino que se desplegaban con cierto alivio. Hay quienes hasta nos han agradecido que hayamos puesto palabras y emociones a un profundo malestar que no lograban expresar. ¡Otros nos han confesado que ha sido la clave para retomar el sentido de su vida! Ya no estábamos solos. Somos incluso demasiados. En tiempos difíciles, se forman redes. Y crecemos.

Para más información
www.collapsologie.fr

* N. de la T.: por sus siglas en francés de «*zone à défendre*» («zona que defender»), un neologismo utilizado para denominar una forma de ocupación con objetivo político, en general al aire libre, destinada a protestar contra un proyecto de alteración del medio.

** N. de la T.: *The Work That Reconnects*, una metodología creada por Joanna Macy como respuesta a las crisis sociales, ecológicas y económicas.

PARA LOS NIÑOS

Las colinas escarpadas, las cuestas
de la estadística
se extienden al frente.
La inclinada subida
de todo, hacia arriba,
arriba, y todos nosotros,
hacia abajo.

En el próximo siglo
o en el siguiente,
según dicen,
hay valles, pastos,
allí podemos encontrarnos con calma
si llegamos.

Para escalar esas futuras cimas
un consejo para vosotros, para
vosotros y vuestros hijos:

permaneced juntos
conoced las flores
id ligeros de equipaje.

GARY SNYDER, *Turtle Island*, 1974.
Versión en español de Marta Suárez Bravo

EPÍLOGO

CINCO AÑOS DESPUÉS…

Si estáis leyendo este epílogo, significa que todavía no se ha llevado el mundo por delante un colapso sistémico global. Si no, ¡seguramente estaríais trasplantando patatas!

Pero puede que os preocupe el giro de los acontecimientos. De hecho, desde 2015, año en que se publicó este libro en los países francófonos, son muchos los eventos que han desestabilizado el mundo y la biosfera: los incendios del Amazonas, Siberia, California o Australia, las recurrentes sequías, las plagas de langostas en África, el Brexit, los atentados de París y de Bruselas, la elección de Trump y de Bolsonaro, los sucesivos fracasos de las COP, la pandemia de covid-19, etc.

Habrá quienes argumenten, sin embargo, que ha habido signos de mejora —buenas noticias— que permiten esperar tiempos mejores, o que en cualquier caso abren los horizontes: la juventud que se rebela, representada por la figura profética de Greta Thunberg, el aumento del número de revueltas populares (*mass protests*) en todo el mundo, como los movimientos Extinction Rebellion y el de los chalecos amarillos de Francia, o muchas otras, en ocasiones puntuales, como las de Hong Kong, Irán, Bolivia, Canadá, Barcelona, la India, etc.[1]

LAS BUENAS NOTICIAS…

¿Es posible que esta «lista de éxitos de malas noticias entremezcladas» que acabáis de leer ya no esté al día? ¿Puede que las buenas noticias perjudiquen el tema principal del libro, es decir, los riesgos de colapso?

En relación con la biodiversidad, por ejemplo, las zonas marinas protegidas se han extendido (ahora, el 7,5% de los océanos está protegido)[2];

observamos también un aumento en la población de rapaces diurnas en Francia[3] y de las tortugas marinas en el mundo[4], de lobos, linces, osos, glotones[5] y de insectos de agua dulce[6] en Europa, así como la estabilización de la mitad de las poblaciones de especies de grandes ballenas[7]. Estos datos demuestran la capacidad del mundo salvaje para renacer tras décadas de decrecimiento si se llevan a cabo los esfuerzos coordinados de conservación apropiados, tanto nacionales como internacionales.

Respecto a la cuestión energética, por ejemplo, la TRE de las energías renovables (eólica y solar fotovoltaica) ha aumentado (= 10) y no para de crecer[8], con lo que se sitúa al nivel de la TRE de las energías fósiles, que a su vez no deja de disminuir y que podría incluso decrecer de forma abrupta en un futuro próximo[9].

En cuanto a la situación financiera, a pesar de los temores previos a la pandemia de covid-19, el sistema financiero internacional finalmente no ha implosionado aún. Las herramientas de detección de señales anunciadoras se han afinado desde 2008,[10] y los bancos centrales han podido reaccionar a tiempo para estabilizar el sistema pese a la aparición de numerosas burbujas económicas[11]. ¿Es una buena o una mala noticia? Eso depende, evidentemente, del punto de vista, pero demuestra la increíble resiliencia del sistema capitalista globalizado.

No obstante, a pesar de los mencionados progresos, los científicos han seguido alertando al gran público. Casi treinta años después de la primera advertencia firmada por 1.700 expertos[12], permanecemos lejos de alcanzar un nivel de sostenibilidad global aceptable. En 2017, una impresionante segunda «advertencia a la humanidad» reunió a 15.364 investigadores de 184 países[13]. En 2020, más de 11.000 firmantes han alertado sobre la emergencia climática[14]. Mientras tanto, se han lanzado desde el mundo científico llamamientos de apoyo a los movimientos de protesta de los jóvenes[15], para advertir sobre los riesgos de la rápida desaparición de insectos[16] o la degradación de las cadenas alimentarias ecosistémicas[17] y de los lagos[18], así como del nivel de riqueza y de consumo de una cierta categoría de la población[19].

… Y LAS MALAS

¡Un breve repaso general de estos últimos cinco años no cambia nada! Por lo que respecta al clima, no solo los antiguos modelos han demostrado ser bastante precisos en sus predicciones[20] (que no es una buena noticia), sino que además se han producido momentos de estupor en la comunidad científica: un nuevo modelo pensado para integrar más variables, el CMIP6, ha calculado un nuevo escenario extremo para 2100 con 7ºC más[21]; la concentración de CO2 en la baja atmósfera ha batido un antiguo récord de 23 millones de años[22]; el banco de hielo del Ártico disminuye de manera repentina[23]; un cuarto de los glaciares antárticos se encuentran en desequilibrio[24]; la predicción de emisiones de metano se han revisado al alza[25]; la emisión de CO2 durante los inviernos es mayor de lo previsto[26]; se han observado *hot spots* de calentamiento extremo[27]; los flujos de carbono entre el suelo y la atmósfera resultan ser un nuevo bucle de retroacción positiva[28]; y para colmo, el consenso por parte de los investigadores sobre el calentamiento climático antrópico ha alcanzado un 100%[29], de acuerdo con un examen de 11.602 artículos evaluados por compañeros y publicados durante los siete primeros meses de 2019.

Asimismo, se constata una aceleración: en la potencia de los huracanes[30]; en la fundición de los glaciares del Himalaya[31] (el doble de velocidad entre 2000 y 2016 que entre 1975 y 2000); en la vulnerabilidad mundial frente a la subida del nivel del mar y a las inundaciones en la costa[32]; en el calentamiento de los océanos[33], lo que contribuye al aumento de la intensidad de las precipitaciones, a la subida del nivel del mar, a la destrucción de los arrecifes de coral, a la disminución del nivel de oxígeno en los océanos y a la fundición de los casquetes glaciares y de los glaciares.

¡Ah! Sí que ha habido una ralentización… pero del sistema de circulación de las corrientes del océano Atlántico Norte, que no es buena señal, y sin precedentes en los últimos 1600 años[34].

Las consecuencias humanas del cambio climático siguen siendo, evidentemente, desastrosas: sufrimiento de los más pobres[35]; disminución de los rendimientos agrícolas[36] y riesgo de quiebra en cadena en las

regiones productoras de cereales[37]; aumento de los conflictos armados[38]; deterioro de la salud[39], etc.

Entre los principales temas de investigación de los últimos años, hay que destacar también los «eventos climáticos extremos», es decir, «episodios o acontecimientos durante los cuales un periodo climático estadísticamente raro o inhabitual modifica la estructura y/o el funcionamiento de un ecosistema mucho más allá de los límites de lo que se considera una variable típica o normal». El riesgo de que se multipliquen en el futuro ha aumentado[40], al igual que su frecuencia[41].

En Europa, el riesgo de mega olas de calor ha crecido 5 puntos[42]. A escala global, en un escenario optimista de mantenimiento del *statu quo*, se establecen cada año nuevos récords de calor para un 58% del planeta[43]. En un mundo a 2ºC más, más de 2.000 millones de personas (un 28,2% de la población) se verán expuestas a olas de calor extremas al menos cada 20 años[44]. Un tercio de la población mundial está actualmente expuesto a condiciones climáticas que superan un umbral mortal durante al menos 20 días al año[45].

En un estudio publicado en el verano de 2018 en los informes de la Academia de Ciencias de Estados Unidos, un equipo de los mejores expertos en el Antropoceno demostró que la Tierra ha abandonado un ritmo de oscilación regular con ciclos de 100.000 años —entre un periodo glaciar y otro interglaciar—, y que se dirige inevitablemente hacia una trayectoria de temperatura incontrolable que llevaría a un planeta inhabitable llamado «Tierra invernadero» (*Hothouse Earth*)[46].

¿Por qué «inevitablemente»? Por los quince grandes bucles de retroacción positiva (efectos «bola de nieve») que los investigadores denominan «puntos de inflexión» (*tipping elements*), como la liberación de metano del permafrost, la descomposición de los hidratos de metano de los océanos, el aumento de la respiración bacteriana marina, la fundición de los casquetes glaciares polares, el cambio de las circulaciones oceánicas, etc. El problema reside en que los primeros elementos que se desencadenen con 2ºC más tendrán la capacidad de accionar los demás… en un gigantesco efecto dominó. Un mes después de la aparición de este estudio, en

septiembre de 2018, el mundo descubrió, gracias a un informe especial del IPCC, que ¡hay grandes probabilidades de que el aumento de temperatura sea de 3ºC a finales de siglo!

Así, cinco años más tarde de la famosa COP21 de París, donde se pretendía limitar el calentamiento global a 1,5ºC más, observamos con amargura que no solo se alcanzarán probablemente esas cifras en 2026[47], sino que también se han evaporado las esperanzas de estabilizar el clima con 2ºC más[48].

En resumen, sobre el clima, no solamente no hemos llegado ni de lejos a los niveles de atenuación esperados (los progresos distan de ser suficientes)[49], sino que resulta que el cambio climático sucederá antes de lo que pensábamos[50]. Sobra decir que la acción debe ser inmediata[51] y el esfuerzo, colosal[52].

Para Greta Thunberg o el periodista David Wallace-Wells, es momento de entrar en pánico[53]. Según António Guterres, secretario general de la ONU, «estamos muy cerca del punto de no retorno[54]». De acuerdo con Joachim Schellnhuber, una de las principales autoridades mundiales en materia de cambio climático, si seguimos por la vía actual, «existe un muy alto riesgo de que, sencillamente, pongamos fin a nuestra civilización. La especie humana sobrevivirá de un modo u otro, pero destruiremos casi todo lo que hemos construido a lo largo de los dos últimos milenios»[55]. Suena bastante familiar…

¿Y la biodiversidad? En 2018, el primer informe de la nueva Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) fue elaborado por 145 expertos procedentes de 50 países. Según Sir Robert Watson, presidente de la plataforma, «la salud de los ecosistemas de los que dependemos, al igual que todas las demás especies, se degrada más deprisa que nunca. Estamos erosionando los propios fundamentos de nuestras economías, nuestros medios de subsistencia, la seguridad alimentaria, la salud y la calidad de vida del mundo entero»[56]. Los actuales fenómenos de coextinción tienen el poder de aniquilar la vida en la Tierra, como ya se ha visto en el pasado[57]. Las cifras en lo que respecta a los insectos son catastróficas[58]. Hay que

mencionar también el riesgo de colapso en cascada de redes de polinizadores[59]. A las plantas no les va mucho mejor[60]. Los mamíferos necesitarán millones de años para recuperarse de la crisis actual[61]. Los océanos, por su parte, sufren cambios abruptos[62] y sus zonas muertas no dejan de extenderse[63]…

¿SIGUEN AHÍ LOS RIESGOS SISTÉMICOS?

El baile de cifras aún podría prolongarse mucho. Pero no se trata tanto de acumular listas, sino de averiguar si continúa habiendo riesgos sistémicos.

Para saberlo, hay que abordar la cuestión del «desacoplamiento absoluto». Es la idea de que sería posible perpetuar el crecimiento económico si se disminuye el consumo de recursos. Sin embargo, un metaestudio reciente basado en 170 artículos concluyó que hasta ahora no se ha aportado ninguna prueba sólida del desacoplamiento absoluto[64]. En el ámbito de los bloqueos, un estudio sobre el «efecto rebote» (cuando una nueva tecnología pensada para economizar la energía o los recursos provoca, paradójicamente, un aumento del consumo general) acaba de demostrar lo importante que es en la economía circular este sector que tanta esperanza aporta de cara a la transición[65].

Un creciente número de estudios ponen de manifiesto interacciones entre distintos ámbitos, por ejemplo, las finanzas y la energía[66], o entre la deforestación y el riesgo de pandemias[67], o incluso entre el clima y la biodiversidad marina[68], cuando el primero provoca el colapso de las cadenas alimentarias del segundo[69], etc. Se observan asimismo efectos en cascada en las grandes fronteras planetarias, pues la zona de viabilidad de la humanidad se encuentra más reducida cuando las fronteras se consideran de forma conjunta que de forma separada[70]. Recientemente, se ha preguntado a más de doscientos científicos de alto nivel sobre su percepción acerca de los riesgos sistémicos globales actuales[71]. Para más de un tercio de los encuestados, las crisis mundiales se autorrefuerzan, lo que «podría desencadenar una crisis sistémica mundial».

A principios de 2020, la pandemia de covid-19 tuvo un impacto considerable sobre la economía mundial, sobre la salud y sobre la confianza, y provocó una serie de efectos en cascada: temores y atrincheramientos, ralentización premeditada de la actividad económica, giros políticos internos, crisis diplomáticas y geopolíticas, escasez de medicamentos, de mascarillas y de alimentos, inyección masiva de líquido en los mercados por los bancos centrales, etc. La covid-19 ha resultado una enorme prueba de estrés para la economía globalizada, así como para los Estados y las poblaciones.

De forma más inesperada, el coronavirus también ha traído consecuencias positivas, al revelar la extraordinaria capacidad de adaptación y de autorregeneración de la fauna salvaje[72], pero también que, en efecto, en los países occidentales se podían reducir de manera importante las actividades industriales y detener el sobreconsumo sin dejar de responder a las necesidades básicas de las poblaciones.

Por desgracia, el confinamiento también ha demostrado que una ralentización así no basta para moderar la amplitud del calentamiento climático[73]. Y lo que es peor, hemos asistido a la elaboración y puesta en marcha de planes de relanzamiento absolutamente tóxicos para la biosfera[74], como evidencian los millones puestos a disposición de las industrias aeronáutica y automovilística.

LA COLAPSOLOGÍA, VIVIR CON LA IDEA DEL COLAPSO

Esta alternativa diabólica sigue estando, por lo tanto, a la orden del día: si elegimos «salvar» la civilización industrial perpetuando el crecimiento material y energético, seguirán cayendo los ecosistemas, lo que podría poner un punto final a la vida tal y como la conocemos; si, en cambio, decidimos preservar la biosfera, tenemos que detener la carrera enloquecida de nuestra civilización en pocos meses, que equivaldría a provocar un colapso social y económico brutal.

En concreto, si seguimos las recomendaciones del IPCC, las economías mundiales no se repondrían. Habría que reducir las emisiones un 7,6% al

año durante diez años para mantener una probabilidad del 66% de permanecer por debajo de 1,5ºC[75]. Eso supondría prolongar (e incluso reforzar) los efectos económicos del confinamiento que acabamos de sufrir… ¡durante diez años consecutivos!

Así que es hora de reconocer plenamente la existencia y la naturaleza de los riesgos globales, y de actuar como si fuera el futuro más probable, manteniendo siempre la paz y el bien común. A partir de ahí, es importante plantear dos cuestiones: por un lado, ¿cómo vivir con malas noticias recurrentes y con esos riesgos desmesurados? Y por otro, ¿cómo organizarse para responder a dichos riesgos y eventos catastróficos?

La primera pregunta es crucial, porque todos nos enfrentamos a montañas rusas de emociones como la ira, el miedo, la tristeza, la melancolía, el desasosiego, la culpabilidad, etc. Nuestro libro de 2018, *Une autre fin du monde est possible* (que aún no se ha traducido al castellano), explora herramientas psicológicas, emocionales, metafísicas y espirituales para tratar de vivir con las catástrofes. La clave está en nuestra relación con el mundo, en el duelo y en los rituales, en las interdependencias con la naturaleza, en cómo devolver el sentido a nuestros relatos, etc. En pocas palabras, existe un aprendizaje que debe surgir de esta difícil situación.

La segunda pregunta también resulta fundamental: ¿cómo organizarse? Hay que revisar todo, a todas las escalas, ¡tanto locales como globales! El desafío reside en conseguir organizar un decrecimiento de los países ricos, conservando las democracias y la justicia social, e incluir las luchas antipatriarcal y decolonial, entre otras. Por supuesto, los debates sobre los colapsos no deben estar centrados en Occidente, ya que afectan a todas las comunidades (y especies) vivas de la Tierra. Los pueblos indígenas llevan décadas sufriendo colapsos, y las clases medias blancas occidentales tienen mucho que aprender de ellos. Asimismo, los relatos de colapso no han de convertirse en la única visión de nuestro futuro. Necesitamos una diversidad de puntos de vista, incluso desacuerdos…

La cuestión política será, pues, el terreno de trabajo de los próximos meses. La tarea que nos espera es la de concebir políticas de resiliencia y de resistencia para hacer frente a las sorpresas que nos reserva el Antropoceno,

para gestionar los colapsos y para imaginar y construir desde ya lo que podría ocurrir «después».

Sabemos que hay personas que siguen buscando soluciones tecnológicas, que varios millones tratan de desaparecer en el espacio o de encerrarse en comunidades herméticas o búnkeres. Pero para la mayoría de nosotros, que nos preocupamos por los demás y por el bien común, ha llegado el momento de poner en marcha simultáneamente políticas de atenuación y de adaptación, aunque la ventana de oportunidad de las primeras se encoja con rapidez. Tenemos que evitar futuras catástrofes y, al mismo tiempo, prepararnos para vivir con las que ya están aquí.

En 2015, el enfoque racional y científico de la colapsología era considerado plausible pero pesimista por el panorama político y mediático francófono. No obstante, hemos comprobado que el gran público y ciertas personas de distintas instituciones (administraciones, sindicatos, empresas, universidades, ejército, etc.) tenían, en realidad, una mente abierta y estaban dispuestos a debatir acerca de estos temas.

Cinco años después, la colapsología no solo ha entrado en los diccionarios franceses, sino que ha provocado una transformación significativa del panorama social y político (el primer ministro y otros ministros han mencionado en numerosas ocasiones el colapso en discursos públicos), pero las conclusiones científicas sobre los cambios y los riesgos son, por desgracia, todavía más firmes.

La idea del fin de nuestro mundo ya está muy extendida. En febrero de 2020, un sondeo de opinión sobre la «colapsología» llevado a cabo por el IFOP (instituto francés de estudios de opinión) a unas 5.000 personas en Francia, Estados Unidos, el Reino Unido, Italia y Alemania reveló que el 65% de los franceses creen que la civilización occidental tal y como la conocemos va a colapsar pronto (el 33% de los franceses piensan que ocurrirá antes de 2040, y el 21%, ¡antes de 2030!)[76].

La colapsología se ha transformado en un movimiento plural que reúne diferentes matices y afinidades, pero siempre con la perspectiva de cuidar de las personas y de la Tierra, y de pasar a la acción. Al contrario que el derrotismo, como el de los movimientos Extinction Rebellion o Deep

Adaptation, nosotros nos basamos en un conjunto de hechos y un abanico de indicios establecidos por la ciencia, ya no somos ingenuos, pero sí conscientes de que constituimos la última generación que puede hacer algo al respecto. Este impulso no es solo francófono, sino que se extiende al ámbito internacional. Hoy en día, el libro que tenéis en las manos se ha convertido en un *best seller* traducido a más de seis idiomas, y ha sido mencionado en todos los sectores de actividad y clases sociales.

Nuestra generación debe emplear simultáneamente tres frentes, como dicen Rob Hopkins y Joanna Macy: la cabeza, el corazón y las manos. Necesitamos comprender lo que ocurre («colapsología»), imaginar otros mundos y encontrar el valor («colapsosofía») y reunir las fuerzas vivas para construir alternativas y dirigir la lucha contra los poderes destructores («colapsopraxis»). Ya es demasiado tarde para muchas cosas, pero nunca es tarde para entrar en acción.

AGRADECIMIENTOS

Queremos dar las gracias a Christophe Bonneuil, Gauthier Chapelle, Élise Monette, Olivier Alléra, Daniel Rodary, Jean Chanel, Yves Cochet y Flore Boudet por las relecturas atentas, audaces e indulgentes, con una mención especial a Yves Cochet, que nos ha regalado el epílogo en la edición francesa, y a nuestro editor, Christophe Bonneuil, que creyó en nuestras ideas y en nuestro proyecto y nos ha guiado con infinita paciencia. Nos gustaría agradecer a Sophie Lhuillier y Charles Olivero, de Seuil, por su minucioso trabajo. El poema final fue idea de nuestro hermano Gauthier Chapelle, eslabón imprescindible de las redes de tiempos difíciles, ya convertido en colapsólogo aguerrido. Gracias también a Agnès Sinaï, Yves Cochet (de nuevo) y a los amigos del Institut Momentum por haber sabido crear un lugar y unos momentos de intercambio tan fértiles sobre estos temas tabús, así como a los amigos de *Barricade*, *Etopia*, *Nature & Progrès*, *BeTransition*, *Imagine* y *Réfractions* por dotar de vida a estas ideas antes de la escritura del manuscrito. Las condiciones materiales de investigación y de redacción resultaron especialmente complicadas a finales de 2014, así que sentimos una inmensa gratitud hacia nuestros compañeros, familias, amigos y vecinos, que apoyaron esta creación, reuniendo a nuestro alrededor buenas condiciones materiales y psicológicas. Por eso, gracias a Élise, Stéphanie, Nelly y Michel, Chantal y Pierre, Brigitte y Philippe, Monique, Benoît y Caroline, Antoine y Sandrine, Thomas y Noëlle, Philippe y Martine, Pierre-Antoine y Gwendoline, ¡y a los B'z! Finalmente, gracias a todas las personas que se han acercado a nosotros tras las conferencias, los talleres y las formaciones para animarnos a continuar con las investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Algunos fragmentos del manuscrito han sido publicados en los siguientes artículos:

SERVIGNE, Pablo y STEVENS, Raphaël, «Résilience en temps de catastrophe», *Barricade*, 2013. (Capítulo 10, sección «L'entraide en temps de catastrophe»).

STEVENS, Raphaël y SERVIGNE, Pablo, «L'antrhopocène. L'ère de l'incertitude», *Barricade*, 2013. (Capítulo 1).

SERVIGNE, Pablo, y STEVENS, Raphaël, «Alors, ça vient? Pourquoi la transition se fait attendre», *Barricade*, 2014. (Capítulo 4).

STEVENS, Raphaël y SERVIGNE, Pablo, «Les inégalités, un facteur d'effondrement», *Etopia*, 2014. (Capítulo 8, sección «Un modèle original: HANDY»).

SERVIGNE, Pablo, «L'effet domino chez les animaux», *Imagine demain le monde*, núm. 106, 2014, págs. 46-47. (Capítulo 3, sección «Qui tuera le dernier animal de la planète?»).

SERVIGNE, Pablo, «Lorsque tout bascule», *Imagine demain le monde*, núm. 107, 2015, págs. 40-41. (Capítulo 3, sección «Que se passe-t-il lorsqu'on franchit les rubicons?»).

NOTAS

INTRODUCCIÓN. ALGÚN DÍA HABRÁ QUE ABORDAR EL TEMA...

1 Cochet, Y., «L'effondrement, catabolique ou catastrophique?», *Institut Momentum*, 27 de mayo de 2011.

2 Ehrlich, P. R. y Ehrlich, A. H., «Can a collapse of global civilization be avoided?», *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 280, núm. 1754, 2013, pág. 20122845.

3 Brown, J., «Mankind must go green or die, says Prince Charles», *The Independent*, 23 de noviembre de 2012.

4 Bonneuil, C. y Fressoz, J.-B., *L'Événement Anthropocène. La Terre, l'histoire et nous*, Seuil, 2013.

5 Algunas son: Dupuy, J.-P., *Pour un catastrophisme éclairé: quand l'impossible est certain*, Seuil, 2002; Hafeissa, H.-S., *La Fin du monde et de l'humanité. Essai de généalogie du discours écologique*, PUF, 2014; Viveret, P., *Du bon usage à la fin d'un monde*, Les Liens qui Libèrent, 2012 [trad. esp.: *La causa humana: cómo hacer uso del fin del mundo*, Icaria, 2013]; Foessel, M., *Après la fin du monde. Critique de la raison apocalyptique*, Seuil, 2012 [trad. esp.: *Después del fin del mundo: crítica de la razón apocalíptica*, Península, 2013].

6 Diamond, J., *Effondrement: comment les sociétés décident de leur disaparition ou de leur survie*, Gallimard, «NRF essais», 2006 [trad. esp.: *Colapso: por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen*, Debate, 2006].

7 Hopkins, R., *Manuel de transition: de la dépendance au pétrole à la résilience locale*, Écosociété/Silence, 2010; Hopkins, R., *Ils changent le monde! 1 001 initiatives de transition écologique*, Seuil, 2014 [trad. esp.: *Compendio de iniciativas de transición: transition towns*, EcoHabitar V. S., 2010].

8 www.institutmomentum.org.

I. LA ACELERACIÓN DEL VEHÍCULO

1 Steffen, W. *et al*., «The trajectory of the Anthropocene: The great acceleration», *The Anthropocene Review*, 2015.

2 Del genetista, ensayista y humanista Albert Jacquard. Véase Jacquard, A., *L'Équation du n*énuphar: *les plaisirs de la science*, Calmann-Lévy, 1998.

3 Los lectores curiosos podrán encontrar varios ejemplos muy pedagógicos sobre el comportamiento de una exponencial en el segundo capítulo del libro Meadows, D. *et al*., *Les Limites à la croissance (dans un monde fini)*, Rue de l'échiquier, 2012.

4 Hui, C., «Carrying capacity, population equilibrium, and environment's maximal load», *Ecological Modelling*, vol. 192, 2006, págs. 317-320.

5 Wackernagel, M. y Rees, W., «Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective», *Ecological Economics*, vol. 20, núm. 1, 1997, págs. 3-24.

6 Meadows, D. *et al*., *Limits to Growth: The 30-Year Update*, Chelsea Green Publishing, 2004 [trad. esp.: *Los límites del crecimiento: 30 años después*, Galaxia Guntemberg, 2006].

7 Steffen, W. *et al*., «The Anthropocene : are humans now overwhelming the great forces of nature», *AMBIO : A Journal of the Human Environment*, vol. 36, núm. 8, 2007, págs. 614-621.

8 Bergson, H., *L'Évolution créatrice*, PUF, 2007 [1907], págs. 139-140 [trad. esp.: *La evolución creadora*, Espasa Libros, 1985].

9 Krausmann, F. *et al*., «Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century», *Ecological Economics*, vol. 68, núm. 10, 2009, págs. 2696-2705.

10 Rosa, H., *Accélération: une critique sociale du temps*, La Découverte, 2013 [trad. esp.: *Alienación y aceleración: hacia una teoría crítica de la temporalidad en la modernidad tardía*, Katz Editores, 2016].

11 Rosa, H., «Accélération et dépression. Réflexions sur le rapport au temps de notre époque», *Rhizome*, núm. 43, 2012, págs. 4-13.

12 *Idem*.

13 Es la cuestión planteada por el grupo de reflexión Club de Roma al equipo formado por Donella Meadows, Dennis Meadows, Jørgen Randers y William W. Behrens III. Su informe se publicó en 1972 y se titula «*Limits to growth*» [«Los límites del crecimiento»]. Véase también Latouche, S., *L'Âge des limites*, Mille et une nuits, 2013 [trad. esp.: *Límite*, Adriana Hidalgo, 2014].

II. LA EXTINCIÓN DEL MOTOR (LOS LÍMITES INFRANQUEABLES)

1 Agencia Internacional de la Energía, «World Energy Outlook 2010».

2 Miller, R. y Sorrell, S., «The future of oil supply», *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 372, núm. 2006, 2014.

3 «BP Statistical Review of World Energy 2014».

4 Andrews, S. y Udall, R., «The oil production story: pre-and post-peak nations», *Association for the Study of Peak Oil & Gas USA*, 2014.

5 Sorrell, S. *et al*., «Shaping the global oil peak: A review of the evidence on field sizes, reserve growth, decline rates and depletion rates», *Energy*, vol. 37, núm. 1, 2012, págs. 709-724.

6 Miller, R. y Sorrell, S., «Preface of the special issue on the future of oil supply», *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 372, núm. 2006, 2014, págs. 20130301-20130301.

7 Sorrell, S. *et al*., «An assessment of the evidence for a near-term peak in global oil production», UK Energy Research Centre, 2009.

8 United States Joint Forces Command, «The Joint Operating Environment 2010».

9 Bundeswehr, «Peak Oil: Sicherheitspolitische Implikationen knapper Ressourcen», Planungsamt der Bundeswehr, 2010.

10 Murray, J. y King, D., «Climate policy: Oil's tipping point has passed», *Nature*, vol. 481, núm. 7382, 2012, págs. 433-435.

11 ITPOES, «The oil crunch: a wake-up call for the UK economy», Second Report of the UK Industry Taskforce on Peak Oil and Energy Security, 2010.

12 Hallock, J. R. *et al*., «Forecasting the limits to the availability and diversity of global conventional oil supply: Validation», *Energy*, vol. 64, 2014, págs. 130-153.

13 Finkel, M. L. y Hays, J., «The implications of unconventional drilling for natural gas: a global public health concern», *Public Health*, vol. 127, núm. 10, 2013, págs. 889-893; Else, H., «Fracking splits opinion», *Professional Engineering*, vol. 25, núm. 2, 2012, pág. 26.

14 Ellsworth, W., «Injection-induced earthquakes», *Science*, vol. 341, núm. 6142, 2013, pág. 1225942.

15 Davies, R. J. *et al*., «Oil and gas wells and their integrity: Implications for shale and unconventional resource exploitation», *Marine and Petroleum Geology*, vol. 56, 2014, págs. 239-254.

16 Fair, H. J., «Radionuclides in fracking wastewater», *Environmental Health Perspectives*, vol. 122, núm. 2, 2014.

17 Cleveland, C. y O'Connor, P. A., «Energy return on investment (EROI) of oil shale», *Sustainability*, vol. 3, núm. 11, 2011, págs. 2307-2322.

18 Scanlon, B. R. *et al*., «Comparison of water use for hydraulic fracturing for shale oil and gas production versus conventional oil», *Environmental Science & Technology*, vol. 48, núm. 20, 2014, págs. 12386-12393.

19 Stokstad, E., «Will fracking put too much fizz in your water?», *Science*, vol. 344, núm. 6191, 2014, págs. 1468-1471.

20 US Energy Information Administration, «As cash flow flattens, major energy companies increase debt, sell assets», *Today in Energy*, 29 de julio de 2014; www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=17311.

21 Loder, A., «Shakeout threatens shale patch as frackers go for broke», *Bloomberg*, 27 de mayo de 2014; www.bloomberg.com/news/2014-05-26/shakeout-threatens-shale-patch-as-frackers-go-for-broke.html.

22 Sorrell, S., 2009, *op. cit*.

23 Hugues, D. J., «Energy: A reality check on the shale revolution», *Nature*, vol. 494, núm. 7437, 2013, págs. 307-308.

24 Por ejemplo, D. Yergin, «US energy is changing the world again», *Financial Times*, 16 de noviembre de 2012; Maugeri, L., «The shale oil boom: a US phenomenon», Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, 2013, Discussion Paper #2013-05.

25 Sovacool, B. K., «Cornucopia or curse? Reviewing the costs and benefits of shale gas hydraulic fracturing (fracking)», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 37, 2014, págs. 249-264.

26 US Energy Information Administration, «Annual Energy Outlook 2014», pág. 17.

27 Citado por S. Sorrell, 2009, *op. cit*.

28 Emmerson, C. y Lahn, G., «Arctic opening: Opportunity and risk in the High North», Chatham House-Lloyd's, 2013.

29 Marriott, J., «Oil projects too far – banks and investors refuse finance for Arctic oil», *Platform Education Research London*, 24 de abril de 2012.

30 Garric, A., «Après une série noire, Shell renonce à forer en Arctique cette année», *Le Monde*, 28 de febrero de 2013.

31 Chazan, G., «Total warns against oil drilling in Arctic», *Financial Times*, 25 de septiembre de 2012.

32 Timilsina, G. R., «Biofuels in the long-run global energy supply mix for transportation», *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 372, núm. 2006, 2014.

33 Koizumi, T., «Biofuels and food security in the US, the EU and other countries», en *Biofuels and Food Security*, Springer International Publishing, 2014, págs. 59-78.

34 Maggio, G. y Cacciola, G., «When will oil, natural gas, and coal peak?», *Fuel*, vol. 98, 2012, págs. 111-123; Shearman, P. *et al*., «Are we approaching "peak timber" in the tropics?», *Biological Conservation*, vol. 151, núm. 1, 2012, págs. 17-21; Warman, R., «Global wood production from natural forests has peaked», *Biodiversity and Conservation*, vol. 23, núm. 5, 2014, págs. 1063-1078; Dittmar, M., «The end of cheap uranium», *Science of the Total Environment*, vol. 461-462, 2013, págs. 792-798.

35 Bardi, U. *et al*., *Extracted: How the Quest for Mineral Wealth Is Plundering the Planet*, Chelsea Green Publishing, 2014.

36 Clugston, C., «Increasing global nonrenewable natural resource scarcity – An analysis», *Energy Bulletin*, vol. 4, núm. 6, 2010.

37 Cordell, D. *et al*., «The story of phosphorus: Global food security and food for thought», *Global Environmental Change*, vol. 19, núm. 2, 2009, págs. 292-305.

38 Myers, R. A. y Worm, B., «Rapid worldwide depletion of predatory fish communities», *Nature*, vol. 423, núm. 6937, 2003, págs. 280-283.

39 Gleick, P. H. y Palaniappan, M., «Peak water limits to freshwater withdrawal and use», *PNAS*, vol. 107, núm. 25, 2010, págs. 11155-11162.

40 Bihouix, P., *L'Âge des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable*, Seuil, 2014, págs. 66-67.

41 Heinberg, R., *Peak Everything: Waking Up to the Century of Decline in Earth's Resources*, Clairview Books, 2007 [trad. esp.: *El final del crecimiento*, Ediciones de Intervención Cultural, 2014].

42 Barclays Research Data, citado por S. Kopits, «Oil and economic growth: a supply – constrained view», Columbia University, Center on Global Energy Policy, 11 de febrero de 2014; www.tinyurl.com/mhkju2k.

43 Cleveland, C., «Net energy from the extraction of oil and gas in the United States», *Energy*, vol. 30, 2005, págs. 769-782.

44 Gagnon, N. *et al*., «A preliminary investigation of energy return on energy investment for global oil and gas production», *Energies*, vol. 2, núm. 3, 2009, págs. 490-503.

45 Murphy, D. J. y Hall, C. A. S., «Year in review – EROI or energy return on (energy) invested», *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1185, núm. 1, 2010, págs. 102-118.

46 Hall, C. A. S. *et al*., «EROI of different fuels and the implications for society», *Energy Policy*, vol. 64, 2014, págs. 141-152.

47 Prieto, P. A. y Hall, C. A. S., *Spain's Photovoltaic Revolution: The Energy Return on Investment*, Springer, 2013.

48 Hall, C. A. S. *et al*., 2014, *op. cit*.

49 Weißbach, D. *et al*., «Energy intensities, EROIs (energy returned on invested), and energy payback times of electricity generating power plants», *Energy*, vol. 52, 2013, págs. 210-221.

50 Plumer, B., «We're damming up every last big river on Earth. Is that really a good idea?», *Vox*, 28 de octubre de 2014; www.vox.com/2014/10/28/7083487/the-world-is-building-thousands-of-new-dams-is-that-really-a-good-idea.

51 Zarfl, C. *et al*., «A global boom in hydropower dam construction», *Aquatic Sciences*, 2014, págs. 1-10.

52 Tverberg, G. E., «Converging energy crises – and how our current situation differs from the past», *Our Finite World*, 29 de mayo de 2014; www.our-finiteworld.com/2014/05/29/converging-energy-crises-and-how-our-current-situation-differs-from-the-past/.

53 Hall, C. A. S. *et al*., «What is the minimum EROI that a sustainable society must have», *Energies*, vol. 2, 2009, págs. 25-47.

54 Lambert, J. G. *et al*., «Energy, EROI and quality of life», *Energy Policy*, vol. 64, 2014, págs. 153-167.

55 Thévard, B., «La diminution de l'énergie nette, frontière ultime de l'Anthropocène», *Institut Momentum*, 2013.

56 King, C. W. y Hall, C. A. S., «Relating financial and energy return on investment», *Sustainability*, vol. 3, núm. 10, 2011, págs. 1810-1832; Heun, M. y De Wit, M., «Energy return on (energy) invested (EROI), oil prices, and energy transitions», *Energy Policy*, vol. 40, 2012, págs. 147-158.

57 Bardi, U. *et al*., 2014, *op. cit*.

58 Véase Giraud, G. *et al*., *Produire plus, polluer moins: l'impossible découplage?*, Les Petits Matins, 2014.

59 Murphy, D. J., «The implications of the declining energy return on investment of oil production», *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 372, núm. 2006, 2013, pág. 20130126.

60 Hamilton, J. D., «Causes and consequences of the oil shock of 2007-08», *National Bureau of Economic Research*, 2009; Hall, C. y Klitgaard, K., *Energy and the Wealth of Nations: Understanding the Biophysical Economy*, Springer, 2012.

61 Tverberg, G. E., «Low oil prices: Sign of a debt bubble collapse, leading to the end of oil supply?», *Our Finite World*, 21 de septiembre de 2014; www.ourfiniteworld.com/2014/09/21/low-oil-prices-sign-of-a-debt-bubble-collapse-leading-to-the-end-of-oil-supply.

62 Tverberg, G. E., «Oil supply limits and the continuing financial crisis», *Energy*, vol. 37, núm. 1, 2012, págs. 27-34.

63 Ailworth, E., «Drillers cut expansion plans as oil prices drop», *Wall Street Journal*, 6 de noviembre de 2014.

64 Agencia Internacional de la Energía, «World Energy Outlook 2014».

65 Auzanneau, M., «Pétrole: le calme avant la tempête, d'après l'Agence internationale de l'énergie», *Oil Man*, 19 de noviembre de 2014; www.petrole.blog.lemonde.fr/2014/11/19/petrole-le-calme-avant-la-tempete-dapres-lagence-internationale-de-lenergie/.

66 May, R. *et al*., «Complex systems: Ecology for bankers», *Nature*, vol. 451, núm. 7181, 2008, págs. 893-895.

67 Tverberg, G. E., «World oil production at 3/31/2014 – Where are we headed?», *Our Finite World*, 23 de junio de 2014; www.ourfiniteworld.com/2014/07/23/world-oil-production-at-3312014-where-are-we-headed/.

68 Lagi, M. *et al*., *The Food Crises and Political Instability in North Africa and the Middle East*, New England Complex Systems Institute, 2011.

69 Leggett, J., *The Energy of Nations: Risk Blindness and the Road to Renaissance*, Routledge, 2013, pág. xiii.

III. LA SALIDA DE LA CARRETERA (LAS FRONTERAS FRANQUEABLES)

1 De acuerdo con el último informe publicado por el IPCC el 27 de septiembre de 2013 (certeza muy elevada, del 95%). Véase también Cook, J. *et al*., «Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature», *Environmental Research Letters*, vol. 8, núm. 2, 2013, pág. 024024.

2 Bruger, A. *et al*., «Turn down the heat: Why a 4 °C warmer world must be avoided», Washington DC, World Bank, 2012.

3 Rahmstorf, S. *et al*., «Comparing climate projections to observations up to 2011», *Environmental Research Letters*, vol. 7, núm. 4, 2012, pág. 044035.

4 Coumou, D. y Rahmstorf, S., «A decade of weather extremes», *Nature Climate Change*, núm. 2, 2012, págs. 491-496.

5 Robine, J. M. *et al*., «Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003», *Comptes rendus biologies*, vol. 331, núm. 2, 2008, págs. 171-178.

6 Ciais, P. *et al*., «Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003», *Nature*, vol. 437, núm. 7058, 2005, págs. 529-533.

7 Un estudio muestra incluso que en algunas regiones actualmente habitadas el ser humano ya no podría sobrevivir a partir de 2100. Véase Sherwood, S. C. y Hubert, M.,

«An adaptability limit to climate change due to heat stress», *PNAS*, vol. 107, núm. 21, 2010, págs. 9552-9555.

8 Barriopedro, D. *et al*., «The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe», *Science*, vol. 332, núm. 6026, 2005, págs. 220-224.

9 Dow, K. y Downing, T. E., *The Atlas of Climate Change*, University of California Press, 2007.

10 Steinbruner, J. D. *et al*. (ed.), *Climate and Social Stress: Implications for Security Analysis*, National Academies Press, 2012.

11 WHO, «Climate change and health», World Health Organization Fact Sheet, 266, 2013.

12 Kurz, W. A. *et al*., «Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change», *Nature*, vol. 452, núm. 7190, 2008, págs. 987-990.

13 Véase, por ejemplo, Choat, B. *et al*., «Global convergence in the vulnerability of forests to drought», *Nature*, vol. 491, núm. 7426, 2012, págs. 752-756.

14 Shepherd, A. *et al*., «A reconciled estimate of ice-sheet mass balance», *Science*, vol. 338, núm. 6111, 2012, págs. 1183-1189.

15 Dyer, G., *Alerte – Changement climatique: la menace de guerre*, Robert Laffont, 2009, pág. 38.

16 Bruger, A. *et al*., 2012, *op. cit*.

17 Zhang, D. D. *et al*., «The causality analysis of climate change and large-scale human crisis», *PNAS*, vol. 108, núm. 42, 2011, págs. 17296-17301; Zhang, D.D. *et al*., «Global climate change, war, and population decline in recent human history», *PNAS*, vol. 104, núm. 49, 2007, págs. 19214-19219.

18 Schewe, J. *et al*., «Multimodel assessment of water scarcity under climate change», *PNAS*, vol. 111, núm. 9, 2014, págs. 3245-3250.

19 Lobell, D. B. *et al*., «Climate trends and global crop production since 1980», *Science*, vol. 333, núm. 6042, 2011, págs. 616-620.

20 Kristensen, K. *et al*., «Winter wheat yield response to climate variability in Denmark», *The Journal of Agricultural Science*, vol. 149, núm. 1, 2011, págs. 33-47; Olesen, J. E. *et al*., «Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change», *European Journal of Agronomy*, vol. 34, núm. 2, 2011, págs. 96-112.

21 Christensen, J. H. *et al*., «Regional climate projections», en S. Solomon, D. Qin, M. Manning *et al*. (ed.), *Climate change 2007: The Physical Science Basis*, Cambridge University Press, 2007, pág. 996; Dai, A., «Increasing drought under global warming in observations and models», *Nature climate change*, vol. 3, núm. 1, 2012, págs. 52-58.

22 Kundzewicz, Z. W., «Assessing river flood risk and adaptation in Europe – review of projections for the future», *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*,

vol. 15, núm. 7, 2010, págs. 641-656.

23 Bindi, M. y Olesen, J. E., «The responses of agriculture in Europe to climate change», *Regional Environmental Change*, vol. 11, núm. 1, 2011, págs. 151-158; Harrison, M. T., «Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions», *Global Change Biology*, vol. 20, núm. 3, 2014, págs. 867-878.

24 Dyer, G., 2009, *op. cit*., pág. 87.

25 *Idem*.

26 Gemenne, F., «Climate-induced population displacements in a 4 °C+ world», *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 369, núm. 1934, 2011, págs. 182-195.

27 Van Vliet, M. T. *et al*., «Vulnerability of US and European electricity supply to climate change», *Nature Climate Change*, vol. 2, núm. 9, 2012, págs. 676-681.

28 Campbell, K. M. *et al*., «The age of consequences: the foreign policy and national security implications of global climate change», Washington DC, Center for Strategic and International Studies, 2007.

29 Citado por G. Dyer, 2009, *op. cit*., pág. 48.

30 *Ibid*., pág. 91.

31 Kiehl, J., «Lessons from Earth's Past», *Science*, vol. 331, núm. 6014, 2011, págs. 158-159.

32 Lovelock, J., *La Revanche de Gaïa: pourquoi la Terre riposte-t-elle et comment pouvons-nous encore sauver l'humanité*?, Flammarion, 2007 [trad. esp.: *La venganza de la Tierra*, Planeta, 2007]. Citado por G. Dyer, 2009, *op. cit*., pág. 53.

33 Hansen, J. *et al*., «Climate sensitivity, sea level and atmospheric carbon dioxide», *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, núm. 371, 2013, pág. 20120294.

34 Pimm, S. L. *et. al*., «The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection», *Science*, vol. 344, núm. 6187, 2014, pág. 1246752.

35 McLellan, R. (ed.), *Rapport Planète vivante 2014. Des hommes, des espèces, des espaces, et des écosystèmes*, World Wildlife Fund, 2014 [trad. esp.: *Informe Planeta Vivo 2014*, World Wildlife Fund, 2014].

36 May, R. M., «Ecological science and tomorrow's world», *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 365, núm. 1537, 2010, págs. 41-47; Laurance, W. F. *et al*., «Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas», *Nature*, vol. 489, núm. 7415, 2012, págs. 290-294.

37 Pimm, S. L. *et. al*., 2014, *op. cit*.

38 Sanders, D. *et al*., «The loss of indirect interactions leads to cascading extinctions of carnivores», *Ecology Letters*, vol. 16, núm. 5, 2013, págs. 664-669.

39 Lever, J. J. *et al*., «The sudden collapse of pollinator communities», *Ecology Letters*, vol. 17, núm. 3, 2014, págs. 350-359.

40 Anderson, S. H. *et al*., «Cascading effects of bird functional extinction reduce pollination and plant density», *Science*, vol. 331, núm. 6020, 2011, págs. 1068-1071.

41 Dunn, R. R. *et al*., «The sixth mass coextinction: Are most endangered species parasites and mutualists?», *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 276, núm. 1670, 2009, págs. 3037-3045.

42 Referencia al libro de Rachel Carson, *Le Printemps silencieux* (1962) [trad. esp: *Primavera silenciosa*, Grijalbo, 1980], que describe y predice las dramáticas consecuencias del uso de pesticidas en los ecosistemas.

43 Dirzo, R. *et al*., «Defaunation in the Anthropocene», *Science*, vol. 345, núm. 6195, 2014, págs. 401-406.

44 McLellan, R., 2014, *op. cit*., págs. 8-9.

45 Ripple, W. J. *et al*., «Status and ecological effects of the world's largest carnivores», *Science*, vol. 343, núm. 6167, 2014, pág. 1241484.

46 Estes, J. A. *et al*., «Trophic downgrading of planet Earth», *Science*, vol. 333, núm. 6040, 2011, págs. 301-306.

47 McCauley, D. J. *et al*., «Marine defaunation: Animal loss in the global ocean», *Science*, vol. 347, núm. 6219, 2015, pág. 1255641.

48 Halpern, B. S. *et al*., «A global map of human impact on marine ecosystems», *Science*, vol. 319, núm. 5865, 2008, págs. 948-952.

49 Myers, R. A. y Worm, B., «Rapid worldwide depletion of predatory fish communities», *Nature*, vol. 423, núm. 6937, 2003, págs. 280-283.

50 Jackson, J. B., «Ecological extinction and evolution in the brave new ocean», *PNAS*, vol. 105, 2008, págs. 11458-11465.

51 Swing, K., «Conservation: Inertia is speeding fish-stock declines», *Nature*, vol. 494, núm. 7437, 2013, pág. 314314.

52 Anderson, S. H., 2011, *op. cit*.

53 Foucart, S., «Le déclin massif des insectes menace l'agriculture», *Le Monde*, 26 de junio de 2014; Newton, I., «The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions», *Ibis*, vol. 146, núm. 4, 2004, págs. 579-600.

54 Hallmann, C. A. *et al*., «Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations»,*Nature*, vol. 511, núm. 7509, 2014, págs. 341-343; Monbiot, G., «Another silent spring?», *The Guardian*, 16 de julio de 2014.

55 Dirzo, R. *et al*., 2014, *op. cit*.

56 Según el ecólogo François Ramade, el número de colmenas ha descendido en Francia de 2 millones en 1996 a 600.000 en la actualidad.

57 Foucart, S., 2014, *op. cit*.

58 Stokstad, E., «The empty forest», *Science*, vol. 345, núm. 6195, 2014, págs. 396-399.

59 Barnosky, A. D. *et al*., «Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?», *Nature*, vol. 471, núm. 7336, 2011, págs. 51-57.

60 Hooper, D. U. *et al*., «A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change», *Nature*, vol. 486, núm. 7401, 2012, págs. 105-108; Dirzo, R. *et al*., 2014, *op. cit*.

61 MacDougall, A. S. *et al*., «Diversity loss with persistent human disturbance increases vulnerability to ecosystem collapse», *Nature*, vol. 494, núm. 7435, 2013, págs. 86-89.

62 Yule, J. V. *et al*., «Biodiversity, extinction, and humanity's future: The ecological and evolutionary consequences of human population and resource use», *Humanities*, vol. 2, núm. 2, 2013, págs. 147-159.

63 Morvan, J. M. *et al*., «Écosystèmes forestiers et virus Ebola», 3e colloque du réseau international des instituts Pasteur et instituts associés, 14-15 de octubre de 1999; Wilcox, B. A. y Ellis, B., «Les forêts et les maladies infectieuses émergentes chez l'homme», *Unasylva* (FAO), 2006; Ginsburg, J. A., «How saving West African forests might have prevented the Ebola epidemic», *The Guardian*, 3 de octubre de 2014.

64 Thibault, H., «Dans le Sichuan, des "hommes-abeilles" pollinisent à la main les vergers», *Le Monde*, 23 de abril de 2014.

65 Costanza, R., «The value of the world's ecosystem services and natural capital», *Ecological Economics*, vol. 25, núm. 1, 1998, págs. 3-15.

66 Field, C. B. *et al*., «Climate Change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability», Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the IPCC, 2014.

67 Bragina, E. V. *et al*., «Rapid declines of large mammal populations after the collapse of the Soviet Union», *Conservation Biology*, 2015.

68 Krausmann, F. *et al*., «Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century», *PNAS*, vol. 110, núm. 25, 2013, págs. 10324-10329.

69 Bonneuil, C. y Fressoz, J.-B., 2013, *op. cit*.

70 *Ibid*., nota a pie de página 226.

71 Cahill, A. E. *et al*., «How does climate change cause extinction?», *Proceedings of the Royal Society B*, vol. 280, núm. 1750, 2013, pág. 20121890; Bellard, C. *et al*., «Impacts of climate change on the future of biodiversity», *Ecology Letters*, vol. 15, núm. 4, 2012, págs. 365-377; Field, C. B. *et al*., 2014, *op. cit*.

72 Yule, J. V. *et al*., 2013, *op. cit*.

73 Rockström, J. *et al*., «A safe operating space for humanity», *Nature*, vol. 461, núm. 7263, 2009, págs. 472-475.

74 Steffen, W. *et al*., «Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet», *Science*, 2015.

75 Canfield, D. E. *et al*., «The evolution and future of Earth's nitrogen cycle», *Science*, vol. 330, núm. 6001, 2010, págs. 192-196.

76 Smith, V. H. *et al*., «Eutrophication of freshwater and marine ecosystems», *Limnology and Oceanography*, vol. 51, núm. 1, 2006, págs. 351-355.

77 Rockström, J. *et al*., «Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity», *Ecology and Society*, vol. 14, núm. 2, 2009, pág. 32.

78 Gleeson, T. *et al*., «Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint», *Nature*, núm. 488, 2012, págs. 197-200. En Estados Unidos, en China y en la India, el 70% de las aguas subterráneas se utiliza para la agricultura. Véase Rosegrant, M. W. *et al*., «Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity», *Annual Review of Environment and Resources*, núm. 34, 2009, págs. 205-222.

79 Vörösmarty, C. J. *et al*., «Global threats to human water security and river biodiversity», *Nature*, núm. 467, 2010, págs. 555-561.

80 A pesar de las tecnologías que disimulan las verdaderas causas del agotamiento de los recursos.

81 Cicolella, A., *Toxique Planète*, Seuil, 2013; Nicolino, F., *Un empoisonnement universel. Comment les produits chimiques ont envahi la planète*, Les Liens qui Libèrent, 2013.

82 Vandenberg (2012), citado por Guillette, L. J. e Iguchi, T., «Life in a contaminated world», *Science*, vol. 337, 2012, págs. 1614-1615.

83 Por ejemplo, «según los expertos del Comité sobre Pesticidas Sistémicos (TFSP, por sus siglas en inglés), se ha detectado imidacloprid en el 91% de las 74 muestras de suelos franceses analizados en 2005: solo el 15% habían sido tratados…», citado por Foucart, S., 2014, *op. cit*.

84 Chensheng, L. U. *et al*., «Sub-lethal exposure to neonicotinoids impaired honey bees winterization before proceeding to colony collapse disorder», *Bulletin of Insectology*, vol. 67, núm. 1, 2014, págs. 125-130.

85 Gibbons, D. *et al*., «A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife», *Environmental Science and Pollution Research*, 2014, págs. 1-16.

86 Van der Sluijs, J. P. *et al*., «Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning»,

Environmental Science and Pollution Research, vol. 22, núm. 1, 2014, págs. 148-154.

87 Landrin, S. y Van Eeckhout, L., «La pollution à Paris aussi nocive que le tabagisme passif», *Le Monde*, 24 de noviembre de 2014.

88 Scheffer, M. *et al*., «Catastrophic shifts in ecosystems», *Nature*, vol. 413, núm. 6856, 2001, págs. 591-596.

89 Kefi, S. *et al*., «Spatial vegetation patterns and imminent desertification in Mediterranean arid ecosystems», *Nature*, vol. 449, núm. 7159, 2007, págs. 213-217.

90 Foley, J. A. *et al*., «Regime shifts in the Sahara and Sahel: Interactions between ecological and climatic systems in Northern Africa», *Ecosystems*, vol. 6, núm. 6, 2003, págs. 524-532.

91 Davidson, E. A. *et al*., «The Amazon basin in transition», *Nature*, núm. 481, 2012, págs. 321-328.

92 Lenton, T. M. *et al*., «Tipping elements in the Earth's climate system», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 105, núm. 6, 2008, págs. 1786-1793.

93 Lenton, T. M., «Arctic climate tipping points», *Ambio*, vol. 41, núm. 1, 2012, págs. 10-22.

94 Kinzig, A. P. *et al*., «Resilience and regime shifts: Assessing cascading effects», *Ecology and Society*, núm. 11, 2006, pág. 20; Gladwell, M., *The Tipping Point: How Little Things Can Make a Big Difference*, Little Brown, 2000 [trad. esp.: *The Tipping Point. Cómo pequeñas cosas pueden provocar una gran diferencia*, Espasa, 2002]; Hunter, B., «Tipping points in social networks», Stanford University Symbolic Systems Course Blog, 2012.

95 Korowicz, D., «Trade Off: Financial system supply-chain cross contagion – a study in global systemic collapse», FEASTA, 2012; www.feasta.org/wp-content/uploads/2012/10/Trade_Off_Korowicz.pdf.

96 Barnosky, A. D. *et al*., «Approaching a state shift in Earth's biosphere», *Nature*, núm. 486, 2012, págs. 52-58.

97 Garric, A., «La fin de la planète en 2100?», *Le Monde Blog Eco(lo)* [en línea], 27 de julio de 2012.

98 Hughes, T. P. *et al*., «Multiscale regime shifts and planetary boundaries», *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 28, núm. 7, 2013, págs. 389-395.

99 Brook, B. W. *et al*., «Does the terrestrial biosphere have planetary tipping points?», *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 28, núm. 7, 2013, págs. 396-401.

IV. ¿ESTÁ BLOQUEADA LA DIRECCIÓN?

1 David, P. A., «Clio and the Economics of QWERTY», *The American Economic Review*, vol. 25, núm. 2, 1985, págs. 332-337.

2 Herve-Gruyer, C. y Herve-Gruyer, P., *Permaculture. Guérir la terre, nourrir les hommes*, Actes Sud, 2014.

3 De Schutter, O. y Vanloqueren, G., «The new green revolution: how twenty-first-century science can feed the world», *Solutions*, vol. 2, núm. 4, 2011, págs. 33-44.

4 www.rightlivelihood.org/gao.html.

5 De Schutter, O. *et al*., «Agroécologie et droit à l'alimentation» [informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación], presentado en el 16º periodo de sesiones del Consejo de Derechos Humanos de la ONU, 2011 [A/HRC/16/49].

6 FAO, Simposio Internacional sobre Agroecología para la Seguridad Alimentaria y Nutrición, Roma, 18-19 de septiembre de 2014; www.fao.org/about/meetings/afns/es/.

7 Unruh, G. C., «Understanding carbon lock-in», *Energy Policy*, vol. 28, núm. 12, 2000, págs. 817-830.

8 Bonneuil, C. y Fressoz, J.-B., 2013, *op. cit*., págs. 129-133.

9 Janssen, M. A. y Scheffer, M., «Overexploitation of renewable resources by ancient societies and the role of sunk-cost effects», *Ecology and Society*, vol. 9, núm. 1, 2004, pág. 6.

10 Agencia Internacional de la Energía, «World Energy Outlook 2014».

11 Joule, R.-V. y Beauvois, J.-L., *Petit traité de manipulation à l'usage des honnêtes gens*, Presses universitaires de Grenoble, 2009.

12 Vanloqueren, G. y Baret, P. V., «How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations», *Research policy*, vol. 38, núm. 6, 2009, págs. 971-983; Vanloqueren, G. y Baret, P. V., «Why are ecological, low-input, multi-resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural "lock-in" case study», *Ecological Economics*, vol. 66, núm. 2, 2008, págs. 436-446.

13 Gadrey, J., «La "démocratie écologique" de Dominique Bourg n'est pas la solution», *Alternatives économiques*, 18 de enero de 2011.

14 Adam Rome, 2001. Citado por Fressoz, J.-B., «Pour une histoire désorientée de l'énergie», *Entropia. Revue d'étude théorique et politique de la décroissance*, núm. 15, 2013.

15 Veillerette, F. y Nicolino, F., *Pesticides, révélations sur un scandale français*, Fayard, 2007.

16 Véase el video «DDT so safe you can eat it 1947», disponible en www.youtube.com/watch?v=gtcXXbuR244.

17 Scheffer, M. *et al*., «Slow response of societies to new problems: causes and costs», *Ecosystems*, vol. 6, núm. 5, 2003, págs. 493-502.

18 Tainter, J., *L'Effondrement des sociétés complexes*, Le Retour aux Sources, 2013 [1988].

19 Unruh, G. C. y Carrillo-Hermosilla, J., «Globalizing carbon lock-in», *Energy Policy*, vol. 34, núm. 10, 2006, págs. 1185-1197.

20 Gai, P. *et al*., «Complexity, concentration and contagion», *Journal of Monetary Economics*, vol. 58, núm. 5, 2011, págs. 453-470.

21 Vitali, S. *et al*., «The network of global corporate control», *PloS ONE*, vol. 6, núm. 10, 2011, pág. e25995.

22 Bonneuil, C. y Fressoz, J.-B., 2013, *op. cit*., pág. 129.

23 Heede, Richard, «Tracing anthropogenic carbon dioxide and methane emissions to fossil fuel and cement producers, 1854-2010», *Climatic Change*, vol. 122, 2014, págs. 229-241.

24 Douthwaite, R., *The Growth Illusion: How Economic Growth Has Enriched the Few, Impoverished the Many and Endangered the Planet*, Green Books, 1999.

25 Citado por Miller, A. y Hopkins, R., «Climate after growth. Why environmentalists must embrace post-growth economics and community resilience», Post-Carbon Institute, septiembre de 2013.

26 Holmgren, D., «Crash on demand. Welcome to the brown tech world», *Holmgren Design*, diciembre de 2013.

V. ATRAPADOS EN UN VEHÍCULO CADA VEZ MÁS FRÁGIL

1 Arkell, D., «The evolution of creation», *Boeing Frontiers Online*, vol. 3, núm. 10, 2005; www.boeing.com/news/frontiers/archive/2005/march/mainfeature1.html.

2 Citado por MacKenzie, D., «Why the demise of civilisation may be inevitable», *New Scientist*, núm. 2650, 2008, págs. 32-35.

3 *Idem*.

4 Goldin, I. y Mariathasan, M., *The Butterfly Defect: How Globalization Creates Systemic Risks, and What to Do about It*, Princeton University Press, 2014.

5 May, R. M. *et al*., «Complex systems: Ecology for bankers», *Nature*, vol. 451, núm. 7181, 2008, págs. 893-895.

6 Haldane, A. G. y Madouros, V., «The dog and the frisbee», en un discurso presentado en el Federal Reserve Bank del Kansas City's Jackson Hole economic policy symposium, Jackson Hole, Wyoming, Estados Unidos, 31 de agosto de 2012.

7 Lewis, M., *Flash Boys: a Wall Street Revolt*, W. W. Norton & Company, 2014 [trad. esp.: *Flash boys: la revolución de Wall Street contra quienes manipulan el mercado*, Deusto, 2014].

8 Bank of International Settlements, «OTC derivatives market activity in the second half of 2013», 8 de mayo de 2014; www.bis.org/publ/otc_hy1405.htm.

9 Gai, P. *et al*. «Complexity, concentration and contagion», *op. cit*.

10 Gai, P. y Kapadia, S., «Contagion in financial networks», *Proceedings of the Royal Society A*, vol. 466, núm. 2120, 2010, págs. 2401-2423.

11 Caballero, R. J. y Simsek, A., «Fire sales in a model of complexity», *The Journal of Finance*, vol. 68, núm. 6, 2013, págs. 2549-2587.

12 Yardeni, E. y Quitana, M., «Global economic briefing: Central Bank balance sheets», Yardeni Research Inc., diciembre de 2014.

13 Soble, J., «Japan abruptly acts to stimulate economy», *The New York Times*, 31 de octubre de 2014.

14 Keynes, John Maynard, *The Economic Consequences of the Peace*, Skyhorse publishing, 2007 [1919], pág. 134 [trad. esp.: *Las consecuencias económicas de la paz*, Crítica, 1991]. Citado por Ophuls, William, «Immoderate greatness. Why civilizations fail», autopublicado, 2012.

15 Eurostat, «General Government Gross Debt – Annual Data»; www.ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=teina225.

16 Vampouille, T., «Les stocks stratégiques pétroliers en France», *Le Figaro*, 28 de marzo de 2012.

17 World Economic Forum, «Impact of Thailand Floods 2011 on supply chain», Mimeo, WEF, 2012.

18 White House, «National strategy for global supply chain security», Washington DC, 2012, pág. 4.

19 Citado por Cox, S., «US food supply vulnerable to attack», *BBC Radio 4*, 22 de agosto de 2006; www.news.bbc.co.uk/2/hi/americas/5274022.stm.

20 Wein, L. M. y Liu, Y., «Analyzing a bioterror attack on the food supply: the case of botulinum toxin in milk», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 102, núm. 28, 2005, págs. 9984-9989.

21 Escaith, H., «Trade collapse, trade relapse and global production networks: supply chains in the great recession», MPRA Paper n° 18274, OECD Roundtable on impacts of the economic crisis on globalization and global value chains, París, 28 de octubre de 2009; Escaith H. *et al*, «International supply chains and trade elasticity in times of

global crisis», World Trade Organization (Economic Research and Statistics Division), 2010, Staff Working Paper ERSD-2010-08.

22 Mizgier, K. J. *et al*., «Modeling defaults of companies in multi-stage supply chain networks», *International Journal of Production Economics*, vol. 135, núm. 1, 2012, págs. 14-23; Battiston, S. *et al*., «Credit chains and bankruptcy propagation in production networks», *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 31, núm. 6, 2007, págs. 2061-2084.

23 Haldane, A. G. y May, R. M., «Systemic risk in banking ecosystems», *Nature*, vol. 469, núm. 7330, 2011, págs. 351-355.

24 SWIFT (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication); www.swift.com/about_swift/company_information/company_information.

25 Oxford Economics, *The Economic Impacts of Air Travel Restrictions Due to Volcanic Ash*, Abbey House, 2010.

26 Robinson, N., «The politics of the fuel protests: Towards a multidimensional explanation», *The Political Quarterly*, vol. 73, núm. 1, 2002, págs. 58-66.

27 McKinnon, A., «Life without trucks: The impact of a temporary disruption of road freight transport on a national economy», *Journal of Business Logistics*, vol. 27, núm. 2, 2006, págs. 227-250.

28 Holcomb, R. D., «When trucks stop, America stops», American Trucking Association, 2006.

29 McKenzie, D., «Will a pandemic bring down civilisation?», *New Scientist*, 5 de abril de 2008.

30 Byrd, H. y Matthewman, S., «Exergy and the city: The technology and sociology of power (failure)», *Journal of Urban Technology*, vol. 21, núm. 3, 2014, págs. 85-102.

31 Goldin, I. y Mariathasan, M., 2014, *op. cit*., pág. 101.

32 Kroft, S., «Falling apart: America's neglected infrastructure», *CBS News*, 23 de noviembre de 2014; www.cbsnews.com/news/falling-apart-america-neglected-infrastructure/.

33 *Idem*.

34 Korowicz, D., «Trade-Off: Financial system supply-chain cross-contagion», *op. cit*.

35 MacKenzie, D., «Will a pandemic bring down civilisation?», *op. cit*.

36 *Idem*.

37 Citado por MacKenzie, D., *op. cit*.

38 *Idem*.

39 Goldin, I., *Divided Nations: Why global governance is failing, and what we can do about it*, Oxford University Press, 2013.

40 Walker, B. *et al*., «Looming global-scale failures and missing institutions», *Science*, vol. 325, núm. 5946, 2009, págs. 1345-1346.

41 Helbing, D., «Globally networked risks and how to respond», *Nature*, vol. 497, núm. 7447, 2013, págs. 51-59.

42 «L'ONU estime qu'un million de personnes sont menacées par la faim à cause d'Ebola», *Le Monde*, 17 de diciembre de 2014.

43 Barroux, R., «Ebola met à mal tout le système de santé guinéen», *Le Monde*, 31 de diciembre de 2014.

VI. LAS DIFICULTADES DE SER FUTURÓLOGO

1 Frank, A. B. *et al*., «Dealing with femtorisks in international relations», *PNAS*, vol. 111, núm. 49, 2014, págs. 17356-17362.

2 Ehrlich, P. R., *The Population Bomb*, Ballantine Books, 1968 [trad. esp.: *La explosión demográfica*, Salvat, 1993].

3 Carson, R., *Printemps silencieux*, Wildproject, 2014 [1962] [trad. esp.: *Primavera silenciosa*, Grijalbo, 1980].

4 Nuccitelli, D., «A remarkably accurate global warming prediction, made in 1972», *The Guardian*, 19 de marzo de 2014.

5 Kilpatrick, A. y Marm, A., «Globalization, land use, and the invasion of West nile virus», *Science*, vol. 334, núm. 6054, 2011, págs. 323-327.

6 Taleb, N. N., *Le Cygne noir*, Les Belles Lettres, 2010 [2007] [trad. esp.: *El cisne negro: el impacto de lo altamente improbable*, Paidós Ibérica, 2008].

7 Citado por Dupuy, J.-P., *Pour un catastrophisme éclairé*, *op. cit*., pág. 105.

8 *Ibid*., págs. 84-85.

9 Snowden, D. J. y Boone, M. E., «A leader's framework for decision making», *Harvard Business Review*, vol. 85, núm. 11, 2007, págs. 59-69.

10 Dupuy, J.-P., *Pour un catastrophisme éclairé*, *op. cit*., pág. 13.

11 Hans Jonas, citado por Dupuy, J.-P., *Pour un catastrophisme éclairé*, *op. cit*.

12 Dupuy, J.-P., *Pour un catastrophisme éclairé*, *op. cit*., pág. 63.

13 *Ibid*., págs. 84-85.

VII. ¿PODEMOS DETECTAR LAS SEÑALES ANUNCIADORAS?

1 Kéfi, S. *et al*., «Spatial vegetation patterns and imminent desertification in Mediterranean arid ecosystems», *Nature*, vol. 449, núm. 7159, 2007, págs. 213-217.

2 Dai, L. *et al*., «Slower recovery in space before collapse of connected populations», *Nature*, vol. 496, núm. 7445, 2013, págs. 355-358.

3 Carpenter, S. *et al*., «Early warnings of regime shifts: A whole-ecosystem experiment», *Science*, vol. 332, núm. 6033, 2011, págs. 1079-1082; Veraart, A.

J. *et al*., «Recovery rates reflect distance to a tipping point in a living system», *Nature*, vol. 481, núm. 7381, 2012, págs. 357-359; Dai, L. *et al*., «Generic indicators for loss of resilience before a tipping point leading to population collapse», *Science*, vol. 336, núm. 6085, 2012, págs. 1175-1177.

4 Boulton, C. A. *et al*., «Early warning signals of Atlantic Meridional Overturning Circulation collapse in a fully coupled climate model», *Nature communications*, vol. 5, núm. 5752, 2014.

5 Lenton, T. *et al*., «Tipping elements in the Earth's climate system», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 105, núm. 6, 2008, págs. 1786-1793.

6 Wang, R. *et al*., «Flickering gives early warning signals of a critical transition to a eutrophic lake state», *Nature*, vol. 492, núm. 7429, 2012, págs. 419-422.

7 Veraart, A. J. *et al*., 2012, *op. cit*.

8 Bascompte, J. y Jordano, P., «Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity», *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol. 38, 2007, págs. 567-593.

9 Scheffer, M. *et al*., «Anticipating critical transitions», *Science*, vol. 338, núm. 6105, 2012, págs. 344-348.

10 May, R. *et al*., «Complex systems: Ecology for bankers», *Nature*, vol. 451, núm. 7181, 2008, págs. 893-895.

11 Institute of Chartered Accountants in Australia, «Early warning systems: Can more be done to avert economic and financial crises?», 2011.

12 Gallegati, M., «Early warning signals of financial stress: A "Wavelet- Based" composite indicators approach», en *Advances in Non-linear Economic Modeling*, Berlin-Heidelberg, Springer, 2014, págs. 115-138; Quax, R. *et al*., «Information dissipation as an early-warning signal for the Lehman Brothers collapse in financial time series», *Scientific Reports*, vol. 3, 30 de mayo de 2013.

13 Dakos, V. *et al*., «Resilience indicators: prospects and limitations for early warnings of regime shifts», *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 370, núm. 1659, 2015, pág. 20130263.

14 Carpenter, S. R. *et al*., «A new approach for rapid detection of nearby thresholds in ecosystem time series», *Oikos*, vol. 123 núm. 3, 2014, págs. 290-297.

15 Kéfi, S. *et al*., «Early warning signals also precede non-catastrophic transitions», *Oikos*, vol. 122, núm. 5, 2013, págs. 641-648.

16 Institute of Chartered Accountants in Australia, *op. cit*.

17 Dupuy, J.-P., *Pour un catastrophisme éclairé*, *op. cit*., pág.132.

VIII. ¿QUÉ PREDICEN LOS MODELOS?

1 Motesharrei, S. *et al*., «Human and nature dynamics (HANDY): Modeling inequality and use of resources in the collapse or sustainability of societies», *Ecological Economics*, vol. 101, 2014, pág. 90102.

2 Kempf, H., *Comment les riches détruisent la planète*, Seuil, 2009 [trad. esp.: *Cómo los ricos destruyen el planeta*, Clave Intelectual, 2011].

3 Stiglitz, J., *Le Prix de l'inégalité*, Les Liens qui Libèrent, 2012 [trad. esp.: *El precio de la desigualdad: el 1% de población tiene lo que el 99% necesita*, Taurus, 2012].

4 Wilkinson, R. y Pickett, K., *Pourquoi l'égalité est meilleure pour tous*, Les Petits Matins/Institut Veblen, 2013 [trad. esp.: *Igualdad: Cómo las sociedades más igualitarias mejoran el bienestar colectivo*, Capitán Swing, 2019].

5 Lansley, S., *The Cost of Inequality: Three Decades of the Super-Rich and the Economy*, Gibson Square Books, 2011.

6 Field, C. B. *et al*., «Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability», Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2014.

7 Piketty, T., *Le Capital au XXI siècle*, Seuil, 2013 [trad. esp.: *El capital en el siglo XXI*, Fondo de Cultura Económica de España, 2014].

8 Véase Marshall, E., «Tax man's gloomy message: The rich will get richer», *Science*, vol. 344, núm. 6186, 2014, pág. 826827.

9 Saez, E. y Zucman, G., «Wealth inequality in the United States since 1913: Evidence from capitalized income Tax Data», *Working Paper*, National Bureau of Economic Research, 2014; www.nber.org/papers/w20625.

10 Motesharrei, S. *et al*., *op. cit*., pág. 100.

11 Meadows, D. *et al*., *Halte à la croissance: Rapport sur les limites de la croissance*, Fayard, 1973 [1972].

12 Grupo de reflexión formado por científicos, economistas, funcionarios nacionales e internacionales, así como empresarios de 53 países (traducido de: www.fr.wikipedia.org/wiki/Club_de_Rome).

13 Meadows, D. H. *et al*., *Beyond the Limits: Global Collapse or a Sustainable Future*, Earthscan Publications Ltd, 1992 [trad. esp.: *Más allá de los límites del crecimiento*, Aguilar, 1993].

14 Meadows, D. *et al*., *Limits to Growth: The 30-Year Update*, *op. cit*.

15 Turner, G. M., «A comparison of *The Limits to Growth* with 30 years of reality», *Global Environmental Change*, vol. 18, núm. 3, 2008, págs. 397-411; Turner, G. M., «On the cusp of global collapse? Updated comparison of *The Limits to Growth* with historical data», *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, vol. 21, núm. 2, 2012, págs. 116-124.

16 Además de las entrevistas publicadas en *Le Monde*, *Libération*, *Imagine* y *Terra Eco*, véase el artículo «*Il est trop tard pour le développement durable*», en Sinaï, Agnès (dir.), *Penser la décroissance. Politiques de l'Anthropocène*, Les Presses de Sciences-Po, «Nouveaux Débats», 2013, págs. 195-210.

IX. UN MOSAICO QUE EXPLORAR

1 Dupuy, J.-P., *Pour un catastrophisme éclairé*, *op. cit*., págs. 84-85.

2 Dictionnaire Littré en línea (XMLittré v2); www.littre.org.

3 Diamond, J., *Effondrement: comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*, Gallimard, «Folio», 2009 [2005], pág. 16 [trad. esp.: *Colapso: por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen*, Debate, 2006].

4 Clastres, P., *La Société contre l'État*, Minuit, 2011 [trad. esp.: *La sociedad contra el Estado*, Virus, 2010]; Scott, J. C., *Zomia ou l'art de ne pas être gouverné*, Seuil, 2013.

5 Kropotkin, P., *L'Entraide. Un facteur de l'évolution*, Aden éditions, 2009 [trad. esp.: *La selección natural y el apoyo mutuo*, Los Libros de la Catarata, 2009].

6 Conway, E. M. y Oreskes, N., *L'Effondrement de la civilisation occidentale*, Les Liens qui Libèrent, 2014.

7 Greer, J. M., *The Long Descent: A User's Guide to the End of the Industrial Age*, New Society Publishers, 2008.

8 Latouche, S., *Le Pari de la décroissance*, Fayard, 2006 [trad. esp.: *La apuesta por el decrecimiento: ¿cómo salir del imaginario dominante?*, Icaria editorial, 2009].

9 Ibn Jaldún, en su célebre *Al-Muqaddima (Introducción a la historia universal)*, en castellano, los Prolegómenos, 1377.

10 Montesquieu, *Considérations sur les causes de la grandeur des Romains et de leur décadence*, 1734 [trad. esp.: *Grandeza y decadencia de los romanos*, Alba, 1998].

11 Gibbon, E., *Histoire de la décadence et de la chute de l'Empire romain*, Lefèvre, 1819 [1776-1788] [trad. esp.: *Historia de la decadencia y caída del Imperio Romano*, Círculo de lectores, 2001].

12 Spengler, O., *Le Déclin de l'Occident* (tomo 2, 1918-1922), Gallimard, 2000 [1948] [trad. esp.: *La decadencia de Occidente*, Espasa, 1989].

13 Toynbee, A., *L'Histoire. Les grands mouvements de l'histoire à travers le temps, les civilisations, les religions*, Elsevier, «Séquoia», 1975 [trad. esp.: *Estudio de la Historia*, Alianza, 1998].

14 Turchin, P., *Historical Dynamics: Why States Rise and Fall*, Princeton University Press, 2003; *War and Peace and War: The Rise and Fall of Empires*, Penguin Group, 2007; con Nefedov, S., *Secular Cycles*, Princeton University Press, 2009.

15 Ward-Perkins, B., *La Chute de Rome*, Alma, 2014 [trad. esp.: *La caída de Roma y el fin de la civilización*, Espasa, 2007].

16 Butzer, K. W., «Collapse, environment, and society», *PNAS*, vol. 109, núm. 10, 2012, págs. 3632-3639.

17 Duvat, V. y Magnan, A., *Des catastrophes… «naturelles»?*, Le Pommier, 2014.

18 Ophuls, W., *Immoderate Greatness: Why Civilizations Fail*, Create Space Independent Publishing Platform, 2012, pág. 63.

19 Turchin, P. y Nefedov, S., *Secular cycles*, *op. cit*.

20 Butzer, K. W., *op. cit*.

21 Biggs, D. *et al*., «Are we entering an era of concatenated global crises?», *Ecology and Society*, vol. 16, núm. 2, 2011, págs. 27-37.

22 Orlov, D., *Reinventing Collapse: The Soviet Experience and American Prospects*, New Society Publishers, 2008. Véase también su excelente blog: www.cluborlov.blogspot.com.

23 Orlov, D., *The Five Stages of Collapse: Survivors' Toolkit*, New Society Publishers, 2013.

24 Orlov, D., «The sixth stage of collapse», *ClubOrlov*, 22 de octubre de 2013; www.cluborlov.blogspot.be/2013/10/the-sixth-stage-of-collapse.html.

25 Gunderson, L. H. y Holling, C. S., *Panarchy: Understanding Trans- formations in Human and Natural Systems*, Island Press, 2002.

26 Korowicz, D., *Tipping Point: Near-Term Systemic Implications of a Peak in Global Oil Production. An Outline Review*, FEASTA & The Risk/ Resilience Network, 2010.

27 Greer, J. M., *The Long Descent*, *op. cit*.

28 Véase también el tercer modelo de Yves Cochet, «Les trois modèles du monde», en Sinaï, Agnès (dir.), *Penser la décroissance*, *op. cit*., págs. 62-71.

29 Wallerstein, I., *Comprendre le monde. Introduction à l'analyse des systèmes-monde*, La Découverte, 2006 [trad. esp.: *Capitalismo histórico y movimientos antisistémicos: un análisis de sistemas-mundo*, Akal, 2012].

30 Kuecker, G. D. y Hall, T. D., «Resilience and community in the age of World-system collapse», *Nature and Culture*, vol. 6, 2011, pág. 1840.

31 De Schutter, O. *et al*., *Agroécologie et droit à l'alimentation*, *op. cit*.

32 DEFRA, «UK Food Security Assessment: Detailed Analysis», 2010.

33 Korowicz, D., «On the cusp of collapse: Complexity, energy and the globalised economy», en *Fleeing Vesuvius. Overcoming the Risks of Economic and Environmental Collapse*, FEASTA & New Society Publishers, 2010.

34 «Rusting brakes: Germany faces freight train shortage as growth picks up», *Spiegel Online*, 5 de abril de 2010; www.spiegel.de/international/business/rusting-brakes-germany-faces-freight-train-shortage-as-growth-picks-up-a-687291.html.

35 Derex, M. *et al*., «Experimental evidence for the influence of group size on cultural complexity», *Nature*, vol. 503, núm. 7476, 2013, págs. 389-391.

36 *Ibid*., pág. 391.

37 «Le déclin du nucléaire», entrevista a Mycle Schneider, *Silence*, núm. 410, 2013, págs. 5-9.

38 *Idem*.

39 Heinberg, R. y Mander, J., *Searching for a Miracle: Net Energy Limits and the Fate of Industrial Society*, Post-Carbon Institute, 2009, pág. 37.

40 Para más información sobre este tema, véase Servigne, P., «*Le nucléaire pour l'après-pétrole*?», *Barricade*, 2014. Disponible en www.barricade.be.

X. ¿QUÉ SUCEDE CON LOS HUMANOS?

1 Sourrouille, M. (coord.), *Moins nombreux, plus heureux. L'urgence écologique de repenser la démographie*, Sang de la Terre, 2014.

2 Gerland, P. *et al*., «World population stabilization unlikely this century», *Science*, vol. 346, núm. 6206, 2014, págs. 234-237.

3 Boserup, E., Évolution agraire et pression démographique, Flammarion, 1970 [trad. esp : *Las condiciones del desarrollo en la agricultura: la economía del cambio agrario bajo la presión demográfica*, Tecnos, 1976].

4 Stockael, H., *La Faim du monde*, Max Milo, 2012.

5 Smil, V., *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*, MIT press, 2004; Gruber, N. y Galloway, J. N., «An Earth-system perspective of the global nitrogen cycle», *Nature*, núm. 451, 2008, págs. 293-296.

6 Rasmont P. y Vray, S., «Les crises alimentaires en Belgique au xxie siècle», *Les Cahiers nouveaux*, núm. 85, 2013, págs. 47-50.

7 Daily, G. C. y Ehrlich, P. R., «Population, sustainability, and Earth's carrying capacity», *BioScience*, 1992, págs. 761-771.

8 También conocido como «paradoja de Jevons»: la introducción de una tecnología más eficaz en la utilización de un recurso aumenta el consumo de ese recurso en lugar de reducirlo.

9 Welzer, H., *Les Guerres du climat. Pourquoi on tue au XXIe siècle*, Gallimard, 2009 [trad. esp.: *Guerras climáticas: por qué mataremos (y nos matarán) en el siglo XXI*, Katz Editores, 2011].

10 IPCC, «Summary for Policymakers», en *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge-Nueva York, págs. 1-32.

11 Hsiang, S. M., Burke, M. y Miguel, E., «Quantifying the influence of climate on human conflict», *Science*, vol. 341, núm. 6151, 2013, pág. 1235367.

12 O' Loughlin, J. *et al*., «Modeling and data choices sway conclusions about climate-conflict links», *PNAS*, núm. 111, 2014, págs. 2054-2055.

13 Scheffran, J. y Battaglini, A., «Climate and conflicts: the security risks of global warming», *Regional Environmental Change*, vol. 11, núm. 1, 2011, págs. 27-39.

14 Ahmed, N. M., «Pentagon preparing for mass civil breakdown», *The Guardian*, 12 de junio de 2014; «Pentagon bracing for public dissent over climate and energy shocks», *The Guardian*, 14 de junio de 2013.

15 Aldrich, D. P., *Building Resilience. Social Capital in Post-Disaster Recovery*, University of Chicago Press, 2012.

16 Solnit, R., *A Paradise Built in Hell: The Extraordinary Communities That Arise in Disaster*, Penguin Books, 2012.

17 Citado por Lecomte, J., *La Bonté humaine. Altruisme, empathie, générosité*, Odile Jacob, 2012, pág. 24.

18 Clarke, L., «Panic: myth or reality?», *Contexts*, vol. 1, núm. 3, 2002, págs. 21-26.

19 Olshansky, R., «San Francisco, Kobe, New Orleans: Lessons for rebuilding», *Social Policy*, vol. 36, núm. 2, 2006, págs. 17-19.

20 Por ejemplo, Helbing, D. y Yu, W., «The outbreak of cooperation among success-driven individuals under noisy conditions», *PNAS*, vol. 106, núm. 10, 2009, págs. 3680-3685.

21 Lecomte, J., *La Bonté humaine*, *op. cit*.

22 Jancovici, J.-M., «Combien suis-je un esclavagiste?», *Manicore*, 2013; www.manicore.com/documentation/esclaves.html.

23 Bowles, S. y Gintis, H., *A cooperative Species: Human Reciprocity and Its Evolution*, Princeton University Press, 2011.

24 Fenómeno muy presente en las películas sobre catástrofes, sobre todo en las de accidentes aéreos, así como en la mayoría de las que tienen zombis como protagonistas. Para los más valientes, véase Clarke, L., «Panic: myth or reality?», *Contexts*, vol. 1, núm. 3, 2002, págs. 21-26.

25 Goldstein, B.E. *et al*., «Narrating resilience: transforming urban systems through collaborative storytelling», en «Special issue: Governing for urban resilience», *Urban Studies*, 2013, págs. 1-17.

26 Los cuentos de la transición son actividades creadas por las iniciativas de transición para concienciar a los niños de la escuela primaria y secundaria sobre el doble desafío del pico del petróleo y el cambio climático imaginando soluciones basadas en historias positivas.

27 Semal, L., «Politiques locales de décroissance», en Sinaï, Agnès (dir.), *Penser la décroissance*, *op. cit*., pág. 157.

28 Véase los artículos de Pablo Servigne «Au-delà du vote "démocratique". Les nouveaux modes de gouvernance» y «Outils de facilitation et techniques d'intelligence collective», publicados por *Barricade* en 2011. Disponibles en www.barricade.be.

29 Hamilton, C., *Requiem pour l'espèce humaine*, Les Presses de Sciences Po, 2013 [trad. esp.: *Réquiem para una especie*, Capital Intelectual, 2011].

30 Dilworth, C., *Too Smart for Our Own Good: The Ecological Predicament of Humankind*, Cambridge University Press, 2010.

31 Harman, G., «Your brain on climate change: why the threat produces apathy, not action», *The Guardian*, 10 de noviembre de 2014.

32 Hamilton, C., *Requiem pour l'espèce humaine*, *op. cit*., pág. 139.

33 Roberts, C., *Ocean of Life*, Penguin, 2013, pág. 41 [trad. esp.: *Océano de vida. Cómo están cambiando nuestros mares*, Alianza, 2014].

34 Meadows, D., «Il est trop tard pour le développement durable», 2013, *op. cit*., pág. 199.

35 Dupuy, J.-P., *Pour un catastrophisme éclairé*, *op. cit*., pág.142.

36 Meadows, D., 2013, *op. cit*., pág. 204.

37 Meadows, D., 2013, *op. cit*., pág. 203.

38 *Idem*.

39 Oreskes, N. y Conway, E. M., *Les Marchands de doute*, Le Pommier, 2012; Foucart, S., *La Fabrique du mensonge: comment les industriels manipulent la science et nous mettent en danger*, Denoël, 2013.

40 Oreskes, N. y Conway, E. M., 2012, *op. cit*., pág. 26.

41 Brysse, K. *et al*., «Climate change prediction: Erring on the side of least drama?», *Global Environmental Change*, vol. 23, núm. 1, págs. 327-337.

42 Hamilton, C., *Requiem pour l'espèce humaine*, *op. cit*., pág. 8.

43 *Idem*.

44 Moser, S. C. y Dilling, L., «Toward the social tipping point: Creating a climate for change», en *Creating a Climate for Change: Communicating Climate Change and Facilitating Social Change*, Cambridge University Press, 2007, págs. 491-516; Milinski, M. *et al*., «The collective-risk social dilemma and the prevention of simulated dangerous climate change», *PNAS*, núm. 105, 2008, págs. 2291-2294.

45 Servan-Schreiber, D., *Anticancer*, Robert Laffont, 2007 [trad. esp.: *Anticáncer. Una nueva forma de vida*, Espasa, 2008].

46 Hamilton, C., 2013, *op. cit*., pág. 11.

47 *Idem*., pág. 7.

48 *Idem*.

49 *Idem*; Macy, J., *Écopsychologie pratique et rituels pour la Terre. Retrouver le lien vivant avec la nature*, Le Souffle d'Or, 2008; Plotkin, B., *Nature and the Human Soul: Cultivating Wholeness in a Fragmented World*, New World Library, 2008; Baker, C., *Navigating the Coming Chaos: A Handbook for Inner Transition*, iUniverse, 2011.

50 Véase por ejemplo la web de Terr'Eveille: www.terreveille.be.

51 Hamilton, C., 2013, *op. cit*., pág. 9.

52 De Quervain, D. J. F. *et al*., «The neural basis of altruistic punishment», *Science*, núm. 305, 2004, págs. 1254-1258.

53 Comité invisible, *L'Insurrection qui vient*, La Fabrique, 2007 [trad. esp.: *La insurrección*, Pepitas de calabaza, 2020]; Comité invisible, *À nos amis*, La Fabrique, 2014 [trad. esp.: *A nuestros amigos*, Pepitas de calabaza, 2015].

54 *Silence*, *Imagine*, *Bastamag*, *La Décroissance* o *Passerelle Éco*.

55 Hopkins, R., *Ils changent le monde*, *op. cit*.; Manier, B., *Un million de révolutions tranquilles*, Les Liens qui Libèrent, 2012.

56 Semal, L., «Politiques locales de décroissance», *op. cit*., pág. 144.

57 Hopkins, R., *The Transition Companion: Making Your Community More Resilient in Uncertain Times*, Chelsea Green Publishing Company, 2011.

58 Thévard, B., «Vers des territoires résilients», estudio realizado por el grupo Les Verts/ALE en el Parlamento Europeo, 2014; Hopkins, R., *Manuel de Transition – de la dépendance au pétrole à la résilience locale*, Écosociété/Silence, 2010.

59 Sinaï, Agnès (dir.), Économie de l'après-croissance. Politiques de l'Anthropocène II, Presses de Sciences Po, 2015; Greer, J. M., *La Fin de l'abondance – L'économie dans un monde post-pétrole*, Écosociété, 2013.

60 Diamond, J., 2009, *op. cit*., pág. 468.

61 Canabate, A., «La cohésion sociale en temps de récession prolongée. Espagne, Grèce, Portugal», estudio realizado por el grupo Les Verts/ALE en el Parlamento Europeo, 2014.

62 Miller, A. y Hopkins, R., «Climate after growth», *op. cit*., nota a pie de página 9.

63 Holmgren, D., «Crash on demand», *op. cit*.

64 Servigne, P. y Araud, C., «La transition inachevée. Cuba et l'après-pétrole», *Barricade*, 2012; disponible en www.barricade.be.

65 Davis, M., «Écologie en temps de guerre. Quand les États-Unis luttaient contre le gaspillage des ressources», *Mouvements*, núm. 54, 2008, págs. 93-98.

66 Szuba, M., «Régimes de justice énergétique», en Sinaï, Agnès (dir.), *Penser la décroissance*, *op. cit*., pág. 132.

67 *Ibid*., pág. 120.

68 *Ibid*., págs. 134-135.

69 *Ibid*., pág. 136.

70 Rocard, M. *et al*., «Le genre humain, menacé», *Le Monde*, 2 de abril de 2011.

71 Klein, N., *La Stratégie du choc. La montée d'un capitalisme du désastre*, Actes Sud, 2008 [trad. esp.: *La doctrina del shock: el auge del capitalismo del desastre*, Paidós Ibérica, 2007].

72 Kempf, H., *L'Oligarchie ça suffit, vive la démocratie*, Seuil, 2011.

73 Semal, L., «Politiques locales de décroissance», *op. cit*., pág. 147.

CONCLUSIÓN. EL HAMBRE ES SOLO EL PRINCIPIO

1 Ehrlich, P. R. y Ehrlich, A. H., «Can a collapse of global civilization be avoided?», 2013, *op. cit*., pág. 20122845.

2 Hamilton, C., 2013, *op. cit*., pág. 12.

3 Miller A. y Hopkins, R., «Climate after growth», *op. cit*.

4 Algo así ya no es posible; véase Piketty, T., *Le Capital au siècle*, *op. cit*. o «Le vrai rôle de l'énergie va obliger les économistes à changer de dogme», entrevista a Gaël Giraud publicada el 14 de abril de 2014 en www.petrole.blog.lemonde.fr/.

5 Dupuy, J.-P., *Pour un catastrophisme éclairé*, *op. cit*., págs. 84-85.

6 Jonas, H., *Le Principe responsabilité*, Flammarion, 1998 [1979] [trad. esp.: *El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Herder, 2008].

7 Hamilton, C., 2013, *op. cit*., pág. 11.

8 Bonneuil, C. y Fressoz, J.-B., 2013, *op. cit*., pág. 218.

9 *Ibid*., nota a pie de página 359.

10 *Ibid*., nota a pie de página 362.

11 Georgescu-Roegen, N., *La Décroissance. Entropie, écologie, économie*, Sang de la Terre y Ellébore, 2006.

12 Heinberg, R., *Pétrole: la fête est finie!*, Demi-Lune, 2008 [trad. esp.: *Se acabó la fiesta*, Barrabés, 2006].

EPÍLOGO. CINCO AÑOS DESPUÉS…

1 Brannen, S. J., Haig, C. S. y Schmidt, K., *The Age of Mass Protests: Understanding an Escalating Global Trend*, Center for Strategic & International Studies (CSIS), 2020.

2 UNEP-WCMC y IUCN, «Marine Protected Planet» [Online], Cambridge, Reino Unido, 2019.

3 Issa, N. y Muller, Y., *Atlas des oiseaux de France métropolitaine*, Delachaux et Niestlé, 2015, pág. 40.

4 Valdivia, A., Wolf, S., y Suckling, K., «Marine mammals and sea turtles listed under the U.S. Endangered Species Act are recovering», *PLOS ONE*, vol. 16, núm. 1-25, enero de 2019, pág. 13.

5 Chapron, G. *et al*., «Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes»,*Science*, vol. 346, núm. 6216, 2014, págs. 1517-1519.

6 Klink, R. van, Bowler, D. E., Gongalsky, K. B., Swengel, A. B., Gentile, A. y Chase, J. M., «Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances», *Science*, vol. 368, núm. 6489, 2020, págs 417-420. https://doi.org/10.1126/science.aax9931

7 Roman, J., Dunphy-Daly, M. M., Johnston, D. W. y Read, A.J., «Lifting baselines to address the consequences of conservation success», *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 30, núm. 6, 2015, pág. 300.

8 Diesendorf, M. y Wiedmann, T., «Implications of Trends in Energy Return on Energy Invested (EROI) for Transitioning to Renewable Electricity», *Ecological Economics*, núm. 176, 2020, pág. 106726.

9 Brockway, P. E., *et al*., «Estimation of global final-stage energy-return-on-investment for fossil fuels with comparison to renewable energy sources», *Nature Energy*, vol. 4, núm. 7, 2019, pág. 612.

10 Goel, T., Lewrick, U. y Mathur, A., «Playing it safe: global systemically important banks after the crisis», *BIS Quarterly Review*, 2019, págs. 37-45.

11 Irwin, N., «Welcome to the Everything Boom, or Maybe the Everything Bubble», *The New York Times*, 7 de julio de 2014.

12 Henry Kendall *et al*., *World Scientists' Warning to Humanity*, Union of Concerned Scientists, 1992.

13 J. Ripple, W. *et al*., «World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice», *BioScience*, vol. 67, núm. 12, 2017, págs. 1026-1028.

14 William J. Ripple *et al*., «World Scientists' Warning of a Climate Emergency», *BioScience*, 2019.

15 Hagedorn, G. *et al*., «The Concerns of the Young Protesters Are Justified: A Statement by Scientists for Future Concerning the Protests for More Climate Protection», *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, vol. 28, núm. 2, págs 79-87.

16 Cardoso, P. *et al*., «Scientists' Warning to Humanity on Insect Extinctions», *Biological Conservation*, 9 de febrero de 2020, pág. 108426.

17 H. Heleno, R., J. Ripple, W. y Traveset, A., «Scientists' Warning on Endangered Food Webs», *Web Ecology*, vol. 20, núm. 1, 3 de abril de 2020, págs. 1-10.

18 Jenny, J.-P. *et al*., «Scientists' Warning to Humanity: Rapid Degradation of the World's Large Lakes», *Journal of Great Lakes Research*, 25 de mayo de 2020.

19 Wiedmann, T. *et al*., «Scientists' Warning on Affluence», *Nature Communications* vol. 11, núm. 1, pág. 3107.

20 Kay, J. E., «Early Climate Models Successfully Predicted Global Warming», *Nature*, vol. 578, núm. 7793, febrero de 2020, págs. 45-46; Hausfather, Z. *et al*., «Evaluating the Performance of Past Climate Model Projections», *Geophysical Research Letters*, vol. 47, núm. 1, 2020, e2019GL085378.

21 Voosen, P., «New Climate Models Predict a Warming Surge», *Science*, 16 de abril de 2019; Zelinka, M. D. *et al*., «Causes of Higher Climate Sensitivity in CMIP6 Models», *Geophysical Research Letters*, 2020; Tokarska, K. B. *et al*., «Past Warming Trend Constrains Future Warming in CMIP6 Models», *Science Advances*, vol. 6, núm. 12, pág. eaaz9549.; Jiménez-de-la-Cuesta, D. y Mauritsen, T., «Emergent Constraints on Earth's Transient and Equilibrium Response to Doubled CO2 from Post-1970s Global Warming», *Nature Geoscience*, 7 de octubre de 2019, págs. 1-4.

22 Ying Cui *et al*., «A 23 m.y. Record of Low Atmospheric CO2», *Geology*, consultado el 14 de junio de 2020.

23 Richter-Menge, J., Druckenmiller, M. L. y Jeffries, M., «Arctic Report Card 2019», NOAA, 2019.

24 Shepherd, A. *et al*., «Trends in Antarctic Ice Sheet Elevation and Mass», *Geophysical Research Letters*, 16 de mayo de 2019, 2019GL082182.

25 Hmiel, B. *et al*., «Preindustrial 14 CH 4 Indicates Greater Anthropogenic Fossil CH 4 Emissions», *Nature*, vol. 578, núm. 7795, febrero de 2020, págs. 409-412.

26 Natali, S. M. *et al*., «Large Loss of CO2 in Winter Observed across the Northern Permafrost Region», *Nature Climate Change*, vol. 9, núm. 11, noviembre de 2019, págs. 852-857.

27 Xu, L. *et al*., «Hot Spots of Climate Extremes in the Future», *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2019.

28 Sugiere que las pérdidas de carbono en el suelo debidas al clima ocurren actualmente en muchos ecosistemas, con una tendencia detectable y mantenida que emerge a escala global; Hicks Pries, C. E. *et al*., «The Whole-Soil Carbon Flux in Response to Warming», *Science*, 9 de marzo de 2017, eaal1319; Melillo, J. M. *et al*., «Long-Term Pattern and Magnitude of Soil Carbon Feedback to the Climate System in a Warming World», *Science*, vol. 358, núm. 6359, 6 de octubre de 2017, págs. 101-105.

29 Powell, J., «Scientists Reach 100% Consensus on Anthropogenic Global Warming», *Bulletin of Science, Technology & Society*, 20 de noviembre de 2019, 02704676198862.

30 Karthik, B., *et al*. «Increasing Magnitude of Hurricane Rapid Intensification in the Central and Eastern Tropical Atlantic», *Geophysical Research Letters*, 3 de mayo de 2018.

31 Maurer, J. M. *et al*., «Acceleration of Ice Loss across the Himalayas over the Past 40 Years», *Science Advances*, vol. 5, núm. 6, junio de 2019, eaav7266.

32 Kulp, S. A. y Strauss, B. H., «New Elevation Data Triple Estimates of Global Vulnerability to Sea-Level Rise and Coastal Flooding», *Nature Communications*, vol. 10, núm. 1, 29 de octubre de 2019), págs. 1-12.

33 Cheng, L. *et al*., «How Fast Are the Oceans Warming?», *Science*, vol. 363, núm. 6423, 11 de enero de 2019, págs. 128-129.

34 Praetorius, S. K., «North Atlantic Circulation Slows Down», *Nature*, vol. 556, núm. 7700, abril de 2018, pág. 180; Caesar, L. *et al*., «Observed Fingerprint of a Weakening Atlantic Ocean Overturning Circulation», *Nature*, vol. 556, núm. 7700, abril de 2018, págs. 191-196.

35 Bathiany, S. *et al*., «Climate Models Predict Increasing Temperature Variability in Poor Countries», *Science Advances*, vol. 4, núm. 5, 1 de mayo de 2018, eaar5809.

36 Zhao, C. *et al*., «Temperature Increase Reduces Global Yields of Major Crops in Four Independent Estimates», *PNAS*, vol. 114, núm. 35, 29 de agosto de 2017, págs. 9326-9331.

37 https://www.nature.com/articles/s41558-019-0600-z.

38 Breckner, M. y Sunde, U., «Temperature Extremes, Global Warming, and Armed Conflict: New Insights from High Resolution Data», *World Development*, núm. 123, 1 de noviembre de 2019, pág. 104624.

39 Akhtar, R. (ed.), *Extreme Weather Events and Human Health*, International Case Studies, Springer Natura, 2019.

40 AghaKouchak, A. *et al*., «Climate Extremes and Compound Hazards in a Warming World», *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, vol. 48, núm. 1, 2020; Goss, M. *et al*., «Climate Change Is Increasing the Risk of Extreme Autumn Wildfire Conditions across California», *Environmental Research Letters*, 2020; Wang, J. *et al*., «Anthropogenically-Driven Increases in the Risks of Summertime Compound Hot Extremes», *Nature Communications*, vol. 11, núm. 1, 11 de febrero de 2020, págs. 1-11; University of Chile *et al*., «Impacts of Carbon Dioxide Emissions on Global Intense Hydrometeorological Disasters», *Climate, Disaster and Development Journal*, vol. 4, núm. 1, 23 de enero de 2020, págs. 30-50; Ukkola, A. M. *et al*., «Robust Future Changes in Meteorological Drought in CMIP6 Projections despite Uncertainty in Precipitation», *Geophysical Research Letters*, 2020, pág. e2020GL087820; Molina, M. O., Sánchez, E. y Gutiérrez, C., «Future Heat Waves over the Mediterranean from an Euro-CORDEX Regional Climate Model Ensemble», *Scientific Reports*, vol. 10, núm. 1, 29 de mayo de 2020, pág. 8801.

41 European Academies' Science Advisory Council, «Extreme Weather Events in Europe: Preparing for Climate Change Adaptation: An Update on EASAC's 2013 Study», *EASAC*, 22 de marzo de 2018.

Schiermeier, Q., «Climate Change Made Europe's Mega-Heatwave Five Times More
42 Likely», *Nature*, núm. 571. 2 de julio de 2019, pág. 155.

43 Power, S. B. y Delage, F. P. D., «Setting and Smashing Extreme Temperature Records over the Coming Century», *Nature Climate Change*, 17 de junio de 2019.

44 Dosio, A. *et al*., «Extreme Heat Waves under 1.5 °C and 2 °C Global Warming», *Environmental Research Letters*, vol. 13, núm. 5, 2018, 054006.

45 Mora, C. *et al*., «Global Risk of Deadly Heat», *Nature Climate Change*, vol. 7, núm. 7, julio de 2017, págs. 501-506.

46 Steffen, W. *et al*., «Trajectories of the Earth System in the Anthropocene», *PNAS*, vol. 115, núm. 33, 1 de agosto de 2018, pág. 20181014.

47 Pearce, F., «We Could Pass 1.5°C Warming by 2026», *New Scientist*, vol. 234, núm. 3126, 20 de mayo de 2017, pág. 10.

48 Raftery, A. E. *et al*., «Less than 2 °C Warming by 2100 Unlikely», *Nature Climate Change*, vol. 7, núm. 9, septiembre de 2017, págs. 637-641.

49 United Nations Environment Programme, «Emissions Gap Report 2019», *UNEP*, noviembre de 2019; Tong, D. *et al*., «Committed Emissions from Existing Energy Infrastructure Jeopardize 1.5 °C Climate Target», *Nature*, 1 de julio de 2019.

50 Xu, Y., Ramanathan, V. y Victor, D. G., «Global Warming Will Happen Faster than We Think», *Nature*, vol. 564, núm. 7734, diciembre de 2018, pág. 30.

51 Lamontagne, J. R. *et al*., «Robust Abatement Pathways to Tolerable Climate Futures Require Immediate Global Action», *Nature Climate Change*, vol. 9, núm. 4, abril de 2019, pág. 290.

52 Pancost, R., «The Pathway toward a Net-Zero-Emissions Future», *One Earth*, vol. 1, núm. 1, 20 de septiembre de 2019, págs. 18-20.

53 Wallace-Wells, D., «Time to Panic», *The New York Times*, 16 de febrero de 2019.

54 Guttierez, A., «Secretary-General's remarks on Climate Change [as delivered]», United Nations Secretary-General, 2018.

55 https://theecologist.org/2019/jan/03/its-nonlinearity-stupid.

56 Comunicado de prensa: «Le dangereux déclin de la nature: Un taux d'extinction des espèces "sans précédent" et qui s'accélère», IPBES.

57 Véase, por ejemplo, Strona, G. y Bradshaw, C. J. A., «Co-extinctions annihilate planetary life during extreme environmental change», *Scientific Reports*, vol. 8, núm 1, 2018, pág. 16724; Cooper, G. S. *et al*., «Regime shifts occur disproportionately faster in larger ecosystems», *Nature Communications*, vol. 11, núm. 1, 2020; Ceballos, G. *et al*., «Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction», *PNAS*, 2020; Ceballos, G. *et al*., «Biological annihilation via the ongoing

sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines», *PNAS*, vol. 114, núm. 30, 2017, págs. E6089-E6096.

58 Véase, por ejemplo, Kunin, W. E., «Robust evidence of declines in insect abundance and biodiversity», *Nature*, vol. 574, núm. 7780, 2019, págs. 641-64; Hallmann, C. A. *et al*., «More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas», *PLOS ONE*, vol. 12, núm. 10, 2017, pág. e0185809; van Strien, A. J. *et al*., «Over a century of data reveal more than 80% decline in butterflies in the Netherlands», *Biological Conservation*, núm. 234, 2019, págs. 116-122.

59 Latty, T. y Dakos, V., «The risk of threshold responses, tipping points, and cascading failures in pollination systems», *Biodiversity and Conservation*, 2019.

60 Ledford, H., «World's largest plant survey reveals alarming extinction rate», *Nature*, vol. 570, núm. 7760, 2019, págs. 148-149.

61 Davis, M. *et al*., «Mammal diversity will take millions of years to recover from the current biodiversity crisis», *PNAS*, 2018, 201804906.

62 Beaugrand, G. *et al*., «Prediction of unprecedented biological shifts in the global ocean», *Nature Climate Change*, vol. 9, núm. 3, 2019, pág. 237.

63 Watson, A. J., «Oceans on the edge of anoxia», *Science*, vol. 354, núm. 6319, 2016, págs. 1529-1530.

64 Vadén, T. *et al*., «Decoupling for ecological sustainability: A categorisation and review of research literature», *Environmental Science & Policy*, núm. 112, 2020, págs. 236-244.

65 Figge, F., y Thorpe, A. S., «The symbiotic rebound effect in the circular economy», *Ecological Economics*, núm. 163, 2019, págs. 61-69.

66 Hall, C. A. S. y Klitgaard, K., «Peak Oil, EROI, Investments, and Our Financial Future», en *Energy and the Wealth of Nations*, Springer International Publishing, 2018, págs. 405-423.

67 Ellwanger, J. H. *et al*., «Beyond Diversity Loss and Climate Change: Impacts of Amazon Deforestation on Infectious Diseases and Public Health», *Anais Da Academia Brasileira De Ciencias*, vol. 92, núm. 1, 2020, pág. e2019137.

68 Brito-Morales, I. *et al*., «Climate Velocity Reveals Increasing Exposure of Deep-Ocean Biodiversity to Future Warming», *Nature Climate Change*, 25 de mayo de 2020, págs. 1-6.

69 Ullah, H. *et al*., «Climate Change Could Drive Marine Food Web Collapse through Altered Trophic Flows and Cyanobacterial Proliferation», *PLOS Biology*, vol. 16, núm. 1, 9 de enero de 2018, pág. e2003446.

70 Lade, S. J. *et al*., «Human Impacts on Planetary Boundaries Amplified by Earth System Interactions», *Nature Sustainability*, 16 de diciembre de 2019, págs. 1-10.

71 Future Earth, «Our Future on Earth», *Future Earth*, 2020, pág. 53.

72 Lenzen, M., L. *et al*., «Global socio-economic losses and environmental gains from the Coronavirus pandemic», *PLOS ONE*, vol. 15, núm. 7, 2020, pág. e0235654.

73 Le Quéré, C. *et al*., «Temporary reduction in daily global CO 2 emissions during the COVID-19 forced confinement», *Nature Climate Change*, vol. 10, núm. 7, 2020, págs. 647-653.

74 Hepburn, C. *et al*., «Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change?», *Oxford Review of Economic Policy*, 2020.

75 United Nations Environment Programme, «Emissions Gap Report 2019», *UNEP*, 2019.

76 Cassely, J.-L. y Fourquet, J., «La France: Patrie de la collapsologie?», *Fondation Jean Jaurès*, 10 de febrero de 2020.

PABLO SERVIGNE Y RAPHAËL STEVENS

Pablo Servigne es ingeniero agrónomo y doctor en Biología, especialista en temas de transición, agro-ecología y colapsología, neologismo que creó junto con Raphaël Stevens. Durante varios años investigó el comportamiento y la ecología de las hormigas, primero en Sudamérica y más tarde en Europa, lo que originó su pasión por los mecanismos de *ayuda mutua* (uno de los ejes de la colapsología). Es autor de libros como *L'entraide* (LLL, 2017) o *Une autre fin du monde est possible* (Seuil, 2018).

Raphaël Stevens es investigador y eco-asesor. Especialista en estudios prospectivos, ciencia de la complejidad y modelado cualitativo. En 2008 cofundó la firma de investigación y consultoría Greenloop, que apoya a organizaciones y comunidades territoriales en su transición ecológica. Además, es uno de los fundadores de la ONG Biomimicry Europa, especializada en biomimética.

Pablo Iglesias
Enric Juliana

Nudo España

arpa

Nudo España

Iglesias, Pablo

9788416601967

448 PCginas

Cmpralo y empieza a leer

Una discusión política de gran envergadura. Dos generaciones, dos maneras distintas de entender España, frente a frente.

Pablo Iglesias y Enric Juliana son personalidades extraordinariamente lúcidas y creativas y sin duda dos de los mejores conocedores del contexto político y social español actual. Pertenecientes a tradiciones intelectuales y políticas distintas, sus visiones se complementan en un diálogo que conforma una panorámica inédita sobre el pasado, el presente y el futuro de España.

Europa y la ola de cambios tecnológicos que se avecina, el sintomático giro italiano, la proyección latinoamericana, el futuro de la monarquía, la situación en Cataluña, el gobierno de las grandes ciudades, el PSOE y Podemos, la nueva competición en el seno de la derecha o el fortalecimiento del feminismo son algunos de los asuntos que estructuran este ambicioso retrato a dos manos de nuestro país.

Nudo España es una reflexión en profundidad sobre los desafíos y las oportunidades que tenemos por delante. En lugar de las tertulias apresuradas y bulliciosas a las que estamos tan acostumbrados, propone un modelo de debate inusual en España en el que no basta con enunciar ideas con vehemencia, sino que exige razonarlas y contrastarlas.

Cmpralo y empieza a leer

Adriana Royo

Falos y falacias

Existe un abismo entre cómo nos gustaría vivir la sexualidad, cómo la mostramos a los demás y cómo la vivimos en realidad

3ª edición

arpa

Falos y falacias

Royo, Adriana
9788416601943
195 P﹟ginas

C﹟mpralo y empieza a leer

Existe un abismo entre cómo creemos que deberíamos vivir la sexualidad, cómo la mostramos a los demás y cómo la vivimos en realidad. Fingimos orgasmos,follamos por fardar, soñamos con los tríos que vemos en el porno, nos acomplejan nuestras pollas y nuestras tetas... Y sin embargo nunca hemoshecho tanto alarde de nuestra libertad y de nuestro placer. ¡Somos tan modernos!En esta sociedad narcisista, regida por el imperativo de la apariencia, el engaño es la moneda de cambio de los vínculos afectivos y, por supuesto, sexuales.Aterrados por la intimidad, el compromiso, el rechazo y la soledad, vendemos de nosotros mismos una imagen vacía y vanidosa, y cuando nos juntamos conotro para saciar nuestra ansiedad, voilà: nos hemos convertido en dos imágenes follando. La gran vanidad contemporánea.Con un aire fresco y desacomplejado, Adriana Royo, sexóloga y terapeuta, destapa todas las falsedades que construimos alrededor del sexo y de lasrelaciones afectivas. Confía que más allá del narcisismo, las máscaras y la superficialidad, un sexo sincero, íntimo y bien explorado puede ayudarnos areconciliarnos con nosotros mismos y con los demás.

C﹟mpralo y empieza a leer

Juan Antonio
Rivera
Camelia
y la filosofía
Andanzas, venturas y desventuras
de una joven estudiante
arpa

Camelia y la filosofía

Rivera, Juan Antonio
9788416601646
362 PCmpralo y empieza a leer

Un relato fascinante sobre la iniciación de una joven al conocimiento de la Filosofía, escrito por Juan Antonio Rivera, autor de *Lo que Sócrates diría a Woody Allen* (Premio Espasa de Ensayo 2003).

Camelia es una adolescente que, como tantas otras, está preocupada por su aspecto físico, pero más aún si cabe por el desarrollo de su inteligencia. Por suerte para ella, en las clases de Filosofía encuentra el alimento con el que aplacar su apetito de saber.

Entabla una singular correspondencia con su profesora de Filosofía en la que van apareciendo las cuestiones que a ella le interesan, o asombran, o incluso algunas de las que nada sabía hasta entonces: la felicidad y el papel que en ella juega el azar, la falta de voluntad y las cosas que no se pueden conseguir por más voluntad que se ponga, el gusto moral y el cuidado de sí misma, la inteligencia evolutiva y la importancia de la racionalidad en la vida individual y en la colectiva, las fuentes de la motivación, el libre albedrío y otros rompecabezas metafísicos.

De todas estas cosas habla Cam en las cartas que dirige a su profesora, pero también, cada vez más, de algunos de sus problemas personales y de un pasado enrevesado del que no logra desprenderse y que la persigue hasta las aulas.

De esta manera se va abriendo paso la trama, un híbrido entre ensayo y ficción novelesca, en que el primero nunca pierde su protagonismo sin por

ello negar su sitio y su parte a la segunda.

C⍰mpralo y empieza a leer

Victoria Camps

Elogio de la duda

«Todo lo que es podría ser de otra manera»

5ª edición

arpa

Elogio de la duda

Camps, Victoria
9788416601202
180 P﹟ginas

C﹟mpralo y empieza a leer

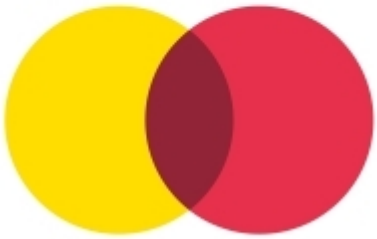
Fue Bertrand Russell quien dijo que la filosofía es siempre un ejercicio de escepticismo. Aprender a dudar implica distanciarse de lo dado y poner en cuestión los tópicos y los prejuicios, cuestionar lo incuestionable. No para rechazarlo sin más, sino para examinarlo, analizarlo, razonarlo y, por fin, decidir. Elogio de la duda recorre las vicisitudes de la duda a lo largo y ancho de la historia del pensamiento —desde sus páginas nos hablarán Platón, Aristóteles, Descartes, Spinoza, Hume, Montaigne, Nietzsche, Wittgenstein, Russell, Rawls y un largo etcétera de hombres que decidieron dudar— y lo hace de manera asequible a un público amplio, sin renuncia alguna al rigor y la profundidad de quien ha ejercido la docencia universitaria durante 30 años. "Anteponer la duda a la reacción visceral. Es lo que trato de defender en este libro: la actitud dubitativa, no como parálisis de la acción, sino como ejercicio de reflexión, de ponderar pros y contras…" "Lo que mantiene viva y despierta a la filosofía es precisamente la capacidad de dudar, de no dar por definitiva ninguna respuesta." "Dudar, en la línea de Montaigne, es dar un paso atrás, distanciarse de uno mismo, no ceder a la espontaneidad del primer impulso. Es una actitud reflexiva y prudente (…) la regla del intelecto que busca las respuesta más justa en cada caso." "La filosofía, el conocimiento, procede de personas que se equivocan. La sabiduría consiste en dudar de lo que uno cree saber."

Cmpralo y empieza a leer

Ferran Mascarell

Dos estados

España y Cataluña: por qué dos Estados democráticos, eficientes y colaborativos serán mejor que uno



arpa

Dos Estados

Mascarell, Ferran

9788416601929

240 P�ginas

C﹞mpralo y empieza a leer

¿Por qué tantos catalanes creen que España y Cataluña saldrían ganando si cada una tuviera su propio Estado? ¿Puede un Estado catalán ser " moderno, republicano y más equitativo y eficaz " que el Estado español? ¿Puede contribuir la propuesta catalana a renovar, modernizar y democratizar el relato político español?

Un Estado es una herramienta, un conjunto de instituciones destinadas a legislar, gobernar y atender a los intereses y anhelos de sus ciudadanos. Como instrumento debe ser representativo, eficiente y democrático, y por lo tanto adaptativo e inequívocamente servidor de las opciones de bienestar y de identidad de los ciudadanos. El problema de España, hasta los unionistas lo admiten, ha sido y es su Estado, que, especialmente desde 2010, muchos catalanes ya no sienten como propio.

En este argumento se apoya el historiador y político Ferran Mascarell para presentar su propuesta: construir un pacto cívico entre iguales y desde la libertad de cada uno y generar un nuevo e ingente caudal de energía social positiva. Nada, excepto la cerrazón política de las élites estatales, nos impide desplegar un ejemplo de buena vecindad, prosperidad y justicia social a españoles y catalanes. Rompamos con esa concepción de la política y establezcamos la alianza de fraternidad, cooperación y solidaridad que los ciudadanos desean en beneficio de todos.

Desdramaticemos. La propuesta catalana permitirá a España refundarse, renovar, modernizar y democratizar su propio relato político de futuro. España necesita su mutación particular. Si una mayoría de catalanes intenta imaginar e impulsar un Estado propio, moderno y republicano, los españoles deben asimismo proyectar cómo quieren que sea su Estado en los años por venir.

El proyecto de un Estado catalán no solo es bueno para Cataluña, defiende Mascarell, lo es también para España: dos Estados democráticos y eficientes son incomparablemente mejor que el Estado único y heroico, ineficiente y de baja calidad democrática que tenemos hoy.

C mpralo y empieza a leer